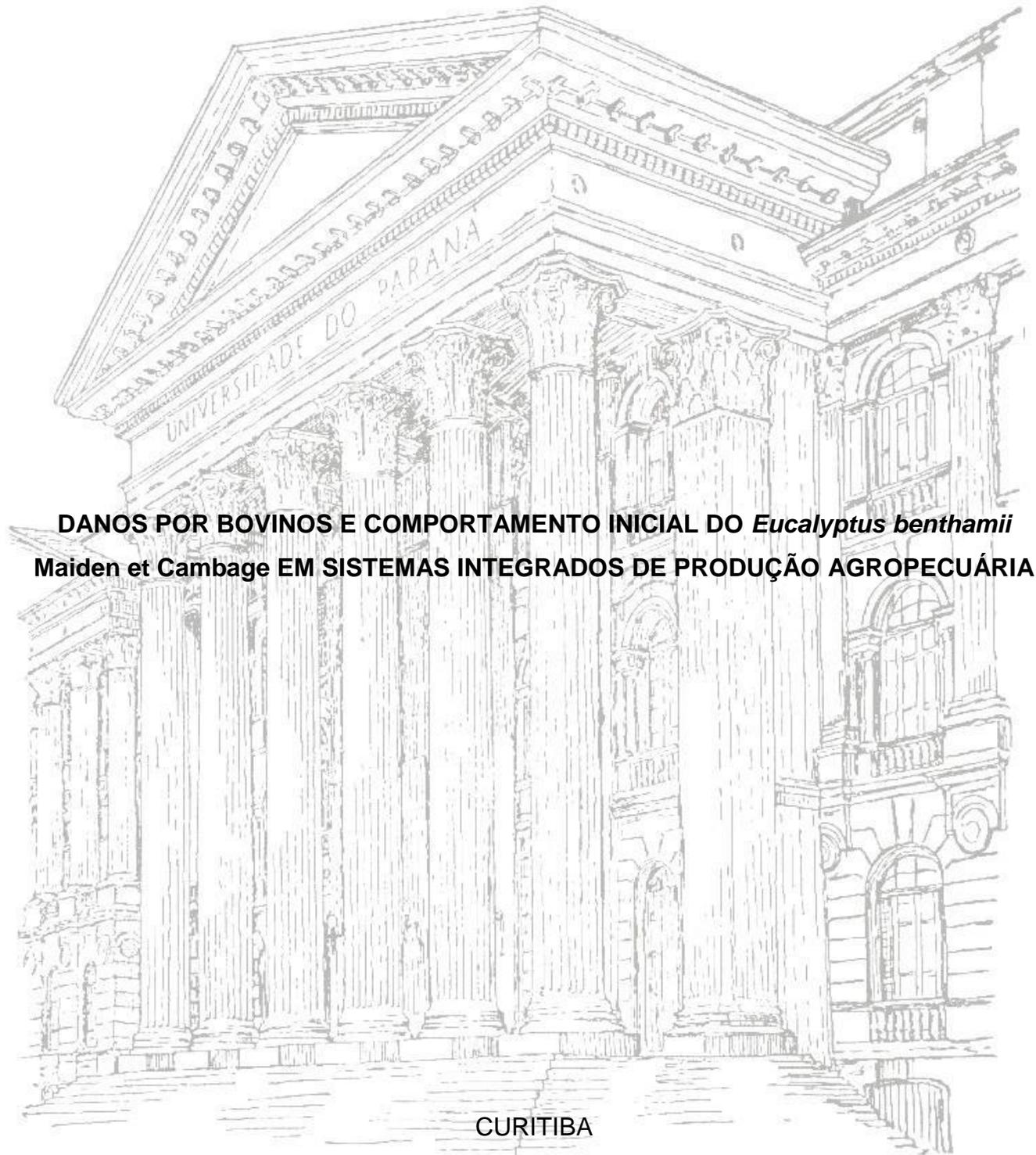


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

GILMAR PAULINHO TRICHES



**DANOS POR BOVINOS E COMPORTAMENTO INICIAL DO *Eucalyptus benthamii*
Maiden et Cambage EM SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA**

CURITIBA

2017

GILMAR PAULINHO TRICHES

**DANOS POR BOVINOS E COMPORTAMENTO INICIAL DO *Eucalyptus benthamii*
Maiden et Cabbage EM SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Anibal de Moraes
Co-orientador: Dr. Vanderley Porfírio-da-Silva

CURITIBA

2017

T823 Triches, Gilmar Paulinho

Danos por bovinos e comportamento inicial do *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cabbage em sistemas integrados de produção agropecuária / Gilmar Paulinho Triches. Curitiba: 2017.
116 f. il.

Orientador: Anibal de Moraes

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná.
Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação
em Agronomia – Produção Vegetal.

1. Eucalipto. 2. Agrossilvicultura. 4. Madeira. I. Moraes, Anibal.
II. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias.
Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal.
III. Título.

CDU 674.031.776.2



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
Setor CIÊNCIAS AGRÁRIAS
Programa de Pós-Graduação AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL)

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL) da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de **GILMAR PAULINHO TRICHES** intitulada: **DANOS POR BOVINOS E COMPORTAMENTO INICIAL DO *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage EM SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA**, após terem inquirido o aluno e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO.

Curitiba, 05 de Maio de 2017.



ANIBAL DE MORAES
Presidente da Banca Examinadora (UFPR)



SEBASTIÃO BRASIL CAMPOS LUSTOSA
Avaliador Externo (UNICENTRO)



EDILSON BATISTA DE OLIVEIRA
Avaliador Externo (EMBRAPA)



VANDERLEY PORFÍRIO DA SILVA
Avaliador Externo (EMBRAPA)



ALESSANDRO CAMARGO ANGELO
Avaliador Externo (UFPR)

Dedico esta obra aos trabalhadores
rurais brasileiros,
que com seu trabalho produzem os
alimentos que nos sustentam, em especial
aos meus pais Adelino e Nelci, que já
nasceram agricultores e sempre foram
exemplo de carácter, humildade e dignidade
para minha vida .

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus e aos meus pais por me permitirem estar neste mundo trilhando o caminho que escolhi, sempre me apoiando e aconselhando.

Graças a ajuda de muitas pessoas foi possível a realização desse trabalho.

Em especial, agradeço meu orientador, Professor Dr. Anibal de Moraes, que com a sua imensa sabedoria superou obstáculos muito maiores do que eu podia imaginar, e com a sua típica paciência, soube lapidar a confiança, o respeito e a admiração entre orientado e orientador, pelas orientações de caráter científico, mas em especial a aceitação e amizade.

Ao doutor Vanderley Porfírio-da-Silva pela preciosa colaboração como mentor do projeto, incentivador, motivador e co-orientador.

Aos inestimáveis professores e pesquisadores Henrique Soares Koehler, Raquel R. B. Negrelle, Cícero Deschamps, Ricardo A. de Oliveira, Flávio Zanette, Alessandro C. Angelo, Sebastião B. C. Lustosa, pelo exemplo de educadores que são que tive a honra de poder trocar ideias e conhecimentos enriquecendo a minha formação acadêmica e profissional, que terão minha admiração e gratidão para sempre.

Aos meus colegas, amigos e irmãos do DINTER: Amanda Moser C. da Fonseca, Lauri J. Marconatto, Liliane Martins, Luciano Alves, Ivete M. Guisa, Marcos A. Paladini da Silva, Rômulo J. Debarba, Rodrigo M. Monzani e Teomar D. Silva.

Aos meus amigos do IFC, João Celio de Araújo, Veruschka R. M. Andreolla, Genuino Negri, Uberson Boaretto Rossa, entre outros, que das mais diversas formas me inspiraram e apoiaram.

Aos meus pais Adelino e Nelci Triches e, meus irmãos Gilberto, Bernardete e Rudimar, que mesmo distantes sempre me apoiaram em meu itinerário acadêmico e que são o elo mais forte com meu passado.

Ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Catarinense, Ministério da Educação, Governo Federal, pela possibilidade de participar do programa de pós-graduação.

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia e Produção Vegetal da Universidade Federal do Paraná (PGAPV/UFPR).

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) financiadora do DINTER IFC/UFPR.

A todas as pessoas que de uma maneira ou outra contribuíram com o desenvolvimento, planejamento e execução do experimento, como a Lucimara Antunes da coordenação do PGAPV, a Maria Emília Kudla do laboratório de fitotecnia, os colegas de pós-graduação Leonardo Deiss, Maurício Z. Schuster, Leonardo S. Symczak, Paulo Marques, Aline Y. Utima, Rubia L. D. Lima, Delma F. F. Silva, Natália M. Gonzales, Édina C. P. Lopes, Breno Menezes Campus, Thales Baggio Portugal, Rafael Bonatto, Carlos Henrique Coimbra, Daniela Martin e Silvano Kruchelski.

A todos os estagiários do NITA, que foram fundamentais na contribuição do desenvolvimento e principalmente na execução do experimento.

E finalmente agradeço a minha família: a esposa e companheira Jacinta, os filhos Adriane, Giovani e Giane, ao genro Ailton e ao neto Rafael, novo membro da família, nascido durante o doutorado para alegrar o ambiente familiar, que foram as pessoas que mais me influenciaram antes e durante o doutorado, que contribuíram de forma incondicional no apoio psicológico e emocional.

A TODOS MUITO OBRIGADO!

“Saber não é suficiente, é preciso aplicar.
Boa vontade não é suficiente, é preciso fazer.”

(Johann Wolfgang von Goethe, 1749-1832)

“Só é útil o conhecimento que nos faz melhor”

(Sócrates)

BIOGRAFIA DO AUTOR

GILMAR PAULINHO TRICHES, filho de Adelino Triches e Nelci Finatto Triches, agricultores, nasceu em Serafina Côrrea, Estado do Rio Grande do Sul, em 05 de dezembro de 1964. É casado com Jacinta Spaniol Triches e pai da Adriane, do Giovani e da Giane. Avô do Rafael.

Cursou o ensino fundamental (primeiro grau) em Descanso-SC e o ensino médio (segundo grau) no Colégio Agrícola São José em Itapiranga-SC, onde formou-se Técnico em Agropecuária em 1983. Em 1988 recebeu o grau de Licenciatura Plena em Agropecuária, conferido Centro de Ciências da Educação - FAED da Universidade para o Desenvolvimento do Estado de Santa Catarina-UDESC.

Ingressou como Professor na FESC (Fundação Educacional de Santa Catarina) no ano de 1985, atuando no Colégio Agrícola São José de Itapiranga-SC, na área de Engenharia Agrícola até 1995. Em 1995 ingressou como Professor no Instituto Federal Catarinense - IFC, Campus Rio do Sul - SC (antiga Escola Agrotécnica Federal de Rio Do Sul), onde atua até o presente.

Em dezembro de 1995, concluiu pós-graduação em nível de especialização em Administração Rural na instituição: Faculdades Reunidas de Administração – FACEPAL de Palmas-PR.

Em 2000, iniciou o curso de pós-graduação em Desenvolvimento Regional em Nível de Mestrado na Universidade Regional de Blumenau- SC (FURB), onde defendeu dissertação de mestrado, em março de 2013, com o trabalho intitulado “A suinocultura e o desenvolvimento regional: o caso do Alto Vale do Itajaí-SC.

Em junho de 2013 iniciou o curso de Doutorado em Agronomia, área de concentração Produção Vegetal, no Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo da Universidade Federal do Paraná (UFPR), concluindo em maio de 2017, com a apresentação da tese.

RESUMO

Árvores podem melhorar a produtividade de um agroecossistema, influenciando nas características do solo, microclima, hidrologia e em componentes biológicos associados. Existem ainda poucas informações sobre espécies arbóreas mais adequadas para utilização nos sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA), especialmente em áreas de proteção ambiental (APA). Sistemas integrados têm sido cada vez mais adotados no Brasil, inclusive apoiados por políticas públicas, como o programa do governo federal "Agricultura de Baixo Carbono". Estes sistemas integram diversificação, geração de renda e proteção ambiental. No entanto, danos causados em árvores pela presença de bovinos no sistema pode ser um problema que impossibilita o alcance de vantagens tecnológicas, podendo promover perdas econômicas do uso do componente arbóreo. As causas desses danos não são precisamente conhecidas e poucas alternativas estão disponíveis para prevenir ou reduzi-los, para tanto, foram conduzidos dois experimentos na Fazenda Experimental Canguiri – UFPR, localizada em Área de Proteção Ambiental do Rio Iraí (APA do Iraí), em Pinhais, PR, Brasil. O primeiro, com o objetivo de avaliar o efeito da desrama no descascamento do tronco das árvores de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage aos 26 meses e os danos causados pela presença dos animais em um sistema silvipastoril. Seis tipos e cinco intensidades de danos foram caracterizados. Houve diferenças significativas entre os tratamentos com desrama (CD) e sem desrama (SD) para os diferentes tipos de danos. No tratamento SD, todas as árvores apresentaram danos enquanto que, no tratamento CD, em cerca de 16% das árvores não foram verificados danos. Danos de maiores intensidades, portanto de maior importância para o desenvolvimento das árvores, foram registrados no tratamento SD, onde o dano de classe dois (d₂= dano médio) foi de aproximadamente 85% das árvores. A prática da desrama das árvores do *Eucalyptus benthamii* não afetou o crescimento do DAP e altura total das árvores e contribuiu para a redução da incidência e intensidade de danos causados pelos bovinos. O segundo experimento teve por objetivo avaliar o crescimento do *E. benthamii* Maiden et Cambage, do plantio aos 36 meses de idade, conduzido no delineamento em blocos ao acaso em quatro tratamentos: pecuária-floresta (PF), lavoura-pecuária-floresta (LPF), lavoura-floresta (LF) e monocultivo florestal ou maciço florestal (FM). A pastagem perene de verão utilizada nos sistemas com pecuária foi o *Megathyrsus maximus* - cv Aries com semeadura direta de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) no inverno, sem dessecação. Foram realizados inventários sistemáticos com 10% de intensidade amostral, aos 12 meses, 24 meses e 36 meses, para mensurar o diâmetro à altura do peito (DAP) e altura total (H). Não houve variação significativa ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos para o crescimento em altura total do *Eucalyptus benthamii*, aos 12 meses. Aos 24 e 36 meses, ocorreu uma variação significativa ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos, com o tratamento FM superior aos demais tratamentos. Aos 36 meses a altura total média do tratamento FM foi de 14,00 m, seguidas pelos tratamentos LF (12,37 m), LPF (11,01 m) e PF (10,88 m), que foi a menor altura total. Já na comparação do crescimento médio do DAP entre os tratamentos, houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) apenas aos 12 meses de idade, com maior crescimento para o tratamento LF (3,02 cm) e o menor tratamento FM (2,14 cm). Nas avaliações aos 24 e 36 meses, não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos.

Palavras Chave: Eucalipto, Sistemas Integrados, Herbivoria, Madeira.

ABSTRACT

Trees can improve the productivity of an agroecosystem, influencing soil characteristics, microclimate, hydrology and in associated biological components. There is a lack of information regarding the most suitable tree species for use on integrated crop livestock systems (ICLS), especially in use on environmental protected areas (APA). Integrated systems have been increasingly adopted in Brazil, even supported by public policies, such as the federal government's "Low Carbon Agriculture" program. These systems incorporate agriculture production diversification, income generation and environmental protection. However, the damage caused to the trees by the introduction of cattle into the system can be harmful, may causing technological system challenges such as economic losses that make it unfeasible to the system to reach technological advantages. Currently, the causes of these damages are not precisely known and a few alternatives are available to prevent or reduce damages. The current experiment was conducted at Canguiri Experimental Farm - UFPR, located in Iraí River Environmental Protection Area (APA do Iraí), in the municipality of Pinhais, PR, Brazil, with the objective of evaluating the effect of the pruning on the peeling of the trees trunk stripping of *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage at 26 months of age in a silvopastoral system. Six types and five damage intensities were characterized. There were significant differences between the treatments with pruning (CD) and without pruning (SD) for the different types of damages. In the SD treatment, all trees presented damage whereas in the CD treatment about 16% of the trees did not present any injuries. Damage of higher intensities, therefore of greater importance for trees development, were recorded in the SD treatment, where class two damage (d2 = average damage) was approximately 85%. Another experiment was carried out in the same area with the objective of evaluating the growth of *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage, from the 36-month-old planting, in four systems of production systems: livestock-forest (PF), crop-livestock-forest (LPF), crop-forest (LF) and crop monoculture (FM). The perennial summer pasture used in livestock systems was *Megathyrus maximus* - Aries Variety with black oats (*Avena strigosa* Schreb.) in the winter. The experiment was conducted in a randomized complete block design. Systematic inventories with 10% of sampling intensity were performed at 12 months, 24 months and 36 months to measure the diameter at breast height (DBH) and total height (H). There was no significant variation ($p \leq 0.05$) between treatments for growth at full height of *Eucalyptus benthamii* at 12 months. At 24 and 36 months, a significant variation ($p \leq 0.05$) occurred between the treatments, with FM treatment superior to the other treatments. At 36 months the mean total height of FM treatment was 14.00 m, followed by LF treatments (12.37 m), LPF (11.01 m) and PF (10.88 m), which was the lowest total height. Compared with the average growth of DAP between treatments, there was a significant difference ($p \leq 0.05$) only at 12 months of age, with higher growth LF treatment (3.02 cm) and lower FM treatment (2.14 cm). In the evaluations at 24 and 36 months, it did not differ significantly ($p \leq 0.05$) between the treatments.

Key-words: Integration Crop Livestock System and Forest Crops, Agroforestry Systems, Eucalyptus, Herbivory, Wood.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – LOCALIZAÇÃO ESPACIAL DA ÁREA DE ESTUDO DA PESQUISA...	44
FIGURA 2 - PRECIPITAÇÃO E TEMPERATURA MÉDIA OCORRENTES NA ÁREA EXPERIMENTAL, NO PERÍODO 2013-2016.....	45
FIGURA 3 – DISTRIBUIÇÃO DO <i>E. benthamii</i> NA ÁREA EXPERIMENTAL DA FAZENDA CANGUIRI – UFPR, PINHAIS-PR, 2017.....	48
FIGURA 4 – DISTRIBUIÇÃO DO <i>E. benthamii</i> NA ÁREA EXPERIMENTAL DA FAZENDA CANGUIRI – UFPR, PINHAIS-PR, 2015.....	67
FIGURA 5 – INCIDÊNCIA E TIPOS DE DANOS CAUSADOS POR BOVINOS EM <i>E. benthamii</i> NO SISTEMA SILVIPASTORIL COM DESRAMA (CD) E SEM DESRAMA (SD), FAZENDA DA UFPR, PINHAIS-PR, 2016.	70
FIGURA 6 – INCIDÊNCIA E INTENSIDADE DE DANOS CAUSADOS POR BOVINOS EM <i>E. benthamii</i> NO SISTEMA SILVIPASTORIL COM DESRAMA (CD) E SEM DESRAMA (SD), FAZENDA DA UFPR, PINHAIS-PR, 2016.....	71
FIGURA 7 – PRECIPITAÇÃO E TEMPERATURA MÉDIA OCORRENTES NA ÁREA EXPERIMENTAL, NO PERÍODO 2013-2016.....	81
FIGURA 8 – DISTRIBUIÇÃO DO <i>E. benthamii</i> NA ÁREA EXPERIMENTAL DA FAZENDA CANGUIRI – UFPR, 2016.	82

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – EXEMPLOS DE ARRANJOS DE ÁRVORES EM SISTEMAS INTEGRADOS, DE ACORDO COM O ESPAÇAMENTO INICIAL E APÓS DESBASTE.	38
TABELA 2 – DANOS CAUSADOS POR BOVINOS EM ÁRVORES DE <i>E.benthamii</i> COM DESRAMA (CD) E SEM DESRAMA (SD) EM SISTEMA SILVIPASTORIL E AS RESPECTIVAS DIMENSÕES DIÂMETRO A ALTURA DO PEITO (DAP) E ALTURA (H) AOS 30 MESES, FAZENDA UFPR, PINHAIS-PR, 2016.....	72
TABELA 3 – DIÂMETRO A ALTURA DO PEITO (DAP) E ALTURA TOTAL DO <i>E. benthamii</i> EM MONOCULTIVO (FM) E EM SISTEMA INTEGRADO COM LAVOURA E PASTAGEM (LF, PF e LPF) AOS 12, 24 e 36 MESES, FAZENDA UFPR, PINHAIS-PR, 2016.....	87
TABELA 4 – REMANESCÊNCIA E DENSIDADE FINAL DO <i>E. benthamii</i> EM MONOCULTIVO (FM) e INTEGRADO COM LAVOURA E PASTAGEM (PF, LPF e LF) AOS 12, 24 e 36 MESES, FAZENDA UFPR, PINHAIS-PR, 2016.	89
TABELA 5 – VOLUME INDIVIDUAL POR ÁRVORE E VOLUME TOTAL POR HECTARE DO <i>E. benthamii</i> EM MONOCULTIVO (FM) e INTEGRADO COM LAVOURA E PASTAGEM (PF, LPF e LF) AOS 12, 24 e 36 MESES, FAZENDA UFPR, PINHAIS-PR, 2016.	91
TABELA 6 – INCREMENTO MEDIO ANUAL (IMA) E INCREMENTO CORRENTE ANUAL (ICA) DO <i>E. benthamii</i> EM MONOCULTIVO (FM) e INTEGRADO COM LAVOURA E PASTAGEM (PF, LPF e LF) AOS 12, 24 e 36 MESES, FAZENDA UFPR, PINHAIS-PR, 2016.	92
TABELA 7 – TEMPERATURAS E PRECIPITAÇÃO OCORRENTES NA ÁREA EXPERIMENTAL, NO PERÍODO 2013-2016.....	109
TABELA 8 – DADOS DA PROFUNDIDADE DO HORIZONTE A E ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO (0 – 20 CM) DA ÁREA DO EXPERIMENTO NA FAZENDA UFPR, PINHAIS, 2013.	110

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABC	Agricultura de Baixa Emissão de Carbono
ABRAF	Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas
APA	Área de Proteção Ambiental
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
cm	Centímetro
cv	Cultivar
DAP	Diâmetro à altura do Peito (1,30 m)
DINTER	Doutorado Interinstitucional
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i>
FM	Floresta Maciço
GEE	Gases de Efeito Estufa
ha	Hectare
IBÁ	Indústria Brasileira de Árvores
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFC	Instituto Federal Catarinense
ILF	Integração Lavoura-Floresta
ILP	Integração Lavoura-Pecuária
ILPF	Integração Lavoura-Pecuária-Floresta
IPF	Integração Pecuária-Floresta
LF	Lavoura e Floresta
LP	Lavoura e Pecuária
LPF	Lavoura Pecuária e Floresta
m	Metro
NITA	Núcleo Inovação Tecnológica em Agropecuária
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development
ONU	Organização das Nações Unidas
PGAPV	Pós Graduação em Agronomia e Produção Vegetal
PV	Peso Vivo
SAFs	Sistemas Agroflorestais
SI	Sistemas de Integração
SIMEPAR	Sistema Meteorológico do Paraná

SIPA	Sistema Integrado de Produção Agropecuária
SNIF	Sistema Nacional de Informações Florestais
SSP	Sistemas Silvopastoris
UFPR	Universidade Federal do Paraná

LISTA DE SÍMBOLOS

@ - arroba

® - marca registrada

Σ - somatório de números

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
1.1	JUSTIFICATIVA.....	20
1.2	OBJETIVOS	22
1.2.1	Objetivo Geral.....	22
1.2.2	Objetivos Específicos	22
2	CAPÍTULO 1 - REVISÃO DE LITERATURA	23
2.1	CULTURA DO EUCALIPTO (<i>EUCALYPTUS SPP</i>).....	24
2.1.1	O <i>Eucalyptus</i> como matéria-prima na indústria de madeira serrada	26
2.1.2	<i>Eucalyptus benthamii</i> Maiden et Cambage	28
2.1.2.1	Crescimento, produção e utilização da madeira	30
2.1.2.2	Resistência à geadas	31
2.2	SISTEMAS INTEGRADOS	32
2.2.1	Uso e manejo do eucalipto como componente arbóreo em SIPA	36
2.2.2	Vantagens do uso do eucalipto em SIPA	39
2.2.3	Limitações do uso do eucalipto em SIPA	41
2.2.4	Perspectivas do SIPA e o uso do eucalipto	42
2.3	HISTÓRICO DA ÁREA E DESCRIÇÃO EXPERIMENTAL.....	43
2.3.1	Localização da área experimental	43
2.3.2	Caracterização da área	44
2.3.3	Detalhes do experimento.....	45
	REFERÊNCIAS.....	50
3	CAPÍTULO 2 - DANOS CAUSADOS POR BOVINOS EM ÁRVORES DE EUCALYPTUS BENTHAMII EM SISTEMAS SILVIPASTORIS.....	60
	RESUMO.....	60
	ABSTRACT.....	60
3.1	INTRODUÇÃO.....	61
3.2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	64
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	68
3.4	CONCLUSÃO	72
	REFERENCIAS.....	73

4	CAPÍTULO 3 - CRESCIMENTO INICIAL DO <i>EUCALYPTUS BENTHAMII</i> MAIDEN ET CAMBAGE EM SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA - SIPA, EM ÁREA DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL..	76
	RESUMO.....	76
	ABSTRACT.....	77
4.1	INTRODUÇÃO.....	78
4.2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	81
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	86
4.4	CONCLUSÕES.....	92
	REFERENCIAS.....	93
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	97
5.1	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	98
	REFERÊNCIAS GERAIS	99
	APÊNDICE A – TABELAS DIVERSAS	109
	APÊNDICE B – FOTOS EXPERIMENTO	111

1 INTRODUÇÃO

Os sistemas de Integração (SI) consistem basicamente na produção dos componentes lavoura, pecuária e/ou floresta produzidos em uma mesma área de forma sistemática, em que sua alocação no espaço e no tempo permita uma boa produtividade entre estes componentes (BALBINO *et al.*, 2011). Para os mesmos autores, os SI se subdividem em 4 grupos, conforme a presença dos componentes: Agropastoril ou Integração Lavoura-Pecuária (ILP), Silvopastoril ou Integração Pecuária-Floresta (IPF), Silviagrícola ou Integração Lavoura-Floresta (ILF) e o Agrossilvipastoril ou Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF). De acordo com Nair (1993), os sistemas de produção, deliberadamente compostos por árvores (lenhosas perenes) em associação com cultivos anuais e/ou animais em alguma forma de consórcio e/ou em sucessão, são denominados como sistemas agrossilviculturais.

O território brasileiro apresenta boa aptidão para a disseminação dos sistemas de integração, por apresentar características como: grande número de áreas degradadas em cultivos agrícolas ou pastagens; alto número de pequenas propriedades, em algumas regiões; presença de bacias hidrográficas desordenadas que servem de mananciais de abastecimentos a municípios com alta densidade demográfica; aumento do êxodo rural devido à intensificação da agricultura baseada no uso de insumos externos e mecanização; diminuição expressiva da biodiversidade nas áreas de produção agropecuária; ausência de sombreamento natural nas áreas de produção de pecuária extensiva; deficiência nas práticas na conservação do solo e outras.

Embora o termo Integração Lavoura-Pecuária (ILP) seja o mais comumente encontrado na literatura técnica nacional, Carvalho *et al.* (2014) recomendam a utilização do termo Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA) para publicações científicas, por ser mais próximo do conceito adotado pela FAO e da literatura internacional. Para facilitar o entendimento deste trabalho são chamados de SIPA a produção com os componentes lavoura, pecuária e/ou floresta produzidos em uma mesma área de forma sistemática.

1.1 JUSTIFICATIVA

O eucalipto é cultivado para os mais diversos fins como: produção de papel, celulose, biomassa, carvão vegetal, painéis de madeira reconstituída, serraria, dormentes, postes, óleos para indústrias farmacêuticas, cosméticos, mel, ornamentação e quebra-vento (SANTOS *et al.*, 2001).

Conforme Jaeger e Ziger (2007), devido às boas características apresentadas, o eucalipto é cultivado em grande escala no Brasil e tem se destacado como fonte potencial de matéria prima, substituindo madeiras de espécies provenientes de florestas nativas.

A população mundial, até o ano de 2050, passará de 7 para 9 bilhões de pessoas e, conseqüentemente, a produção de alimentos deverá aumentar em torno de 70% (ONU, 2013). Em contrapartida, o Brasil apresenta um grande território, o que permite que parte dos alimentos seja produzida em solos brasileiros, para atender a demanda por esses produtos. No entanto, a produção animal, particularmente a produção de ruminantes à pasto, é prejudicada devido ao estado de degradação em que se encontram as pastagens brasileiras. De acordo com o último censo agropecuário efetuado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE, em 2016, dos 180 milhões de hectares de pastagens (nativas e cultivadas), 85% encontram-se em diversos níveis do processo de degradação (IBGE, 2006), e desta maneira, não correspondem à produtividade esperada e geram prejuízos ambientais e econômicos. De acordo com Strassburg et al. (2014), a produtividade atual das pastagens cultivadas do Brasil é de 32-34% de seu potencial e que, o aumento da produtividade para 49-52% do potencial, seria suficiente para atender a demanda de carne, grãos, produtos de madeira e biocombustíveis até pelo menos o ano 2040, sem aumentar a conversão de áreas com ecossistemas naturais.

O aumento populacional, do consumo *per capita* e do consumo de quilocalorias por pessoa influenciarão no aumento da demanda por produtos agrícolas e pecuários. A perspectiva é de que o crescimento urbano continue ocorrendo, tendo mais pessoas nas cidades dependendo dos produtos cultivados por um menor número de pessoas nos campos. Essa necessidade de aumento da produtividade de forma sustentável é considerado como o maior desafio do setor agropecuário para garantir a segurança alimentar em 2050 (OECD/FAO, 2012).

Como possibilitar aos produtores rurais novas formas de produzir com geração de renda, redução de impacto ambiental e a possibilidade de manutenção do homem no campo, o famoso tripé da sustentabilidade: econômico, social e ambiental?

A intensificação da produção nas áreas atualmente sob uso agrícola e/ou pecuário tem sido proposto como uma solução para dirimir o conflito entre a expansão de áreas para produção e a conservação de ecossistemas naturais (MARTHA JÚNIOR&VILELA, 2009; VILELA et ali., 2012; CORDEIRO et al.,2016). É possível aumentar a eficiência da agricultura e reduzir e/ou mitigar a emissão de GEE por meio da conservação de recursos naturais e por melhorias na gestão da terra (STRASSBURG et al., 2014).

Atualmente os SIPA são propostos como possível alternativa e podem ser entendidos como uma nova forma de planejar a produção agropecuária. Não é algo novo, uma vez que muitos produtores já trabalhavam com este conceito (MORAES et al.,2012), porém, recentemente tais práticas passaram a ser melhor sistematizadas e o componente arbóreo ganha destaque, corroborando para atender aspectos ambientais e produtivos da propriedade rural (PORFÍRIO-DA-SILVA, 2015).

Embora seja crescente o número de trabalhos científicos no Brasil, que buscam melhor compreensão dos sistemas integrados de produção agrícola e pecuária, são poucos os que realmente são realizados com visão sistêmica, e prescindindo frequentemente de maior escala temporal e espacial para que se possa detectar as interações entre as diversas variáveis analisadas, e as novas propriedades que emergem destes sistemas (MORAES et al., 2012).

No Brasil, conforme a lei nº 6.902/1981, o poder executivo, quando houver relevante interesse público, poderá declarar determinadas áreas do Território Nacional como de interesse para a proteção ambiental, a fim de assegurar o bem-estar das populações humanas e conservar ou melhorar as condições ecológicas locais (BRASIL, 1981).

Algumas atividades ficam proibidas ou restringidas nessas unidades de conservação, como por exemplo, atividades industriais, terraplanagem, mineração e uso de agrotóxicos (PARANÁ, 1996), exigindo adaptações e novas tecnologias que visem o desenvolvimento ordenado e sustentável.

Considerando a importância e a necessidade de se desenvolver sistemas de produção mais sustentáveis especialmente em áreas de APA, onde ainda existem vários questionamentos sobre a utilização do componente arbóreo combinando e interagindo dentro de um sistema ao longo de todo o ciclo, como por exemplo, em relação às diversas combinações de arranjos espaciais, os tratos culturais, o manejo e as condições edafoclimáticas que terão efeitos sobre a ciclagem de nutrientes, as doenças e pragas, o desempenho das culturas, assim como, o retorno econômico, a contribuição ambiental e social, buscou-se nesse trabalho avaliar o desempenho do *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage em SIPA em monocultivo, desde a sua implantação até o terceiro ano de desenvolvimento e o impacto da presença de bovinos, em área de APA.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral é buscar um melhor entendimento da presença do componente arbóreo (eucalipto) em sistema integrado de produção lavoura-pecuária-floresta, buscando gerar conhecimentos que possibilitem melhorar o desenvolvimento dos sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA).

1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Avaliar os danos causados por bovinos sobre as árvores, quando da introdução em um ambiente pastoril arborizado com *Eucalyptus benthamii* com 26 meses de idade com e sem efetuar a desrama;
- b) Avaliar o crescimento e produção de *Eucalyptus benthamii* cultivado em combinações com os componentes lavoura e pastagem.

2 CAPÍTULO 1 - REVISÃO DE LITERATURA

A espécie arbórea ideal para os sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) deve apresentar crescimento inicial rápido, para facilitar o estabelecimento; copa reduzida ou pouco densa e fuste longo, o que diminui o sombreamento na cultura consorciada; viabilidade econômica, oferecendo produtos com alto potencial de comercialização; e baixo ou nenhum potencial invasivo, para evitar a propagação excessiva (DIAS-FILHO, 2006). A árvore utilizada em sistemas integrados ainda deve possuir adaptação ao solo e ao clima da região, além de melhorar o microclima da área (PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 2010); não deve causar alelopatia ou depositar excessiva quantidade de serrapilheira (MELOTTO et al., 2011); não deve apresentar toxicidade aos animais (PORFÍRIO-DA-SILVA & MORAES, 2010). Sendo a determinação de arranjos espaciais de plantio, de forma a otimizar a produção de madeira e forragem, um desafio para o seu estabelecimento (MACEDO et al., 2010).

O eucalipto (*Eucalyptus spp.*) é uma das espécies exóticas mais utilizadas para o consórcio com culturas em sistemas integrados, principalmente consorciadas com plantas forrageiras. O gênero *Eucalyptus* engloba espécies com alta plasticidade ecológica, com potencial de estabelecimento, produção e adaptação a diferentes condições edafoclimáticas e, por isso, é a cultura florestal mais pesquisada e sua exploração é crescente (VENTURIN et al., 2010; MACEDO et al., 2010).

Nas últimas décadas a expansão da cultura do eucalipto (*Eucalyptus spp.*) foi notável no Brasil, tanto que o país ascendeu no mercado internacional como um dos principais produtores de celulose (ABRAF, 2013). No Brasil, estão sendo obtidos ganhos de produção significativos para o gênero *Eucalyptus* por meio da utilização de técnicas silviculturais adequadas, preparo e fertilização de solo, combate a pragas e doenças e melhoramento genético, com plantios de variedades puras ou híbridas, bem como a clonagem de materiais, as quais mantêm as características favoráveis e aumento da homogeneidade dos povoamentos (HIGASHI et al., 2000).

O interesse pelos sistemas silvipastoris e agrossilvipastoris vem aumentando de forma significativa em todo país. Práticas de integração da lavoura, pecuária e silvicultura já aparecem como programas de pesquisa e extensão de órgãos governamentais. Tais iniciativas são resultado do reconhecimento e necessidade de

se conduzir tais sistemas em favorecimento do solo, do meio ambiente e das gerações humanas presentes e futuras (BERNARDINO & GARCIA, 2009).

2.1 CULTURA DO EUCALIPTO (*Eucalyptus spp*)

O gênero *Eucalyptus* pertence à família Myrtaceae, subfamília Leptospermoideae, contando com cerca de 600 espécies e grande número de variedades e híbridos (FOELKEL et al., 1975). Com exceção ao *E. urophylla* e o *E. deglupta*, as demais espécies são originárias da Austrália (MORA & GARCIA, 2000).

O gênero *Eucalyptus* é originário da Austrália e da Indonésia, sendo trazida para o Brasil em meados de 1825. Seu uso para fins econômicos teve início no século XX e, até hoje, esta árvore é utilizada na produção de celulose, madeira, tecidos sintéticos, entre outros (GALZERANO & MORGADO, 2008). Conforme Silva et al. (2008), o eucalipto é um dos gêneros mais plantados no mundo, com mais de 700 espécies, que apresentam alta capacidade produtiva e adaptação aos mais diversos ambientes de clima e solo, além de atender a diferentes segmentos da atividade industrial, como: lenha, carvão, celulose, postes, móveis, entre outros.

O eucalipto até início do século XIX foi plantado como árvore decorativa e quebra-vento, poucas eram as plantações com fins industriais e de caráter florestal (ANDRADE, 1961).

A sistematização e a enorme série de experimentos devem-se a Companhia Paulista de Estradas de Ferro pelos estudos iniciados ao final de 1903, em Jundiaí, estado de São Paulo, pelo notabilíssimo trabalho realizado por Edmundo Navarro de Andrade, com propósito de fornecer combustível para as locomotivas, madeira para postes e dormentes (ANDRADE, 1961).

Dentre as inúmeras espécies arbóreas existentes, o eucalipto, devido às características de rápido crescimento, produtividade, ampla diversidade de espécies, grande capacidade de adaptação e por ter aplicação para diferentes finalidades, tem sido extensivamente utilizado em plantios florestais (MORA e GARCIA, 2000).

O eucalipto também é destaque no cenário mundial por ser uma árvore de rápido crescimento, conseguindo se desenvolver em diversas condições edafoclimáticas, podendo gerar produtos para diversos fins, desde óleos essenciais (VITTI & BRITO, 2003) até madeira para serraria e laminação (IBÁ, 2014).

Hoje, o mundo inteiro reconhece o uso da madeira do eucalipto como de excelente fibra para a produção de papel de melhor qualidade. Além de ser economicamente viável, devido ao seu crescimento rápido, permite que tenha maior produtividade sem prejuízo para a natureza (MORA e GARCIA, 2000).

As espécies mais conhecidas de *Eucalyptus* são árvores típicas de florestas altas, atingindo alturas que variam de 30 a 50 metros e de florestas abertas, com árvores menores, com altura entre 10 e 25 metros, incluindo ainda, cerca de 30 a 40 espécies de porte arbustivo (MORA; GARCIA, 2000).

O eucalipto é cultivado para os mais diversos fins, sendo utilizado para papel, celulose, biomassa, carvão vegetal, painéis de madeira reconstituída, serraria, dormentes, postes, óleos para indústrias farmacêuticas, cosméticos, mel, ornamentação e quebra-vento (SANTOS *et al.*, 2001).

As atividades de pesquisa e desenvolvimento realizadas pelas empresas em prol do melhoramento genético geraram ganhos significativos no incremento médio anual (IMA). De acordo com a ABRAF (2013), a produtividade média dos plantios de *Eucalyptus*, que era de 39,4 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ em 2006, atingiu 40,7 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ em 2012. Já o IBÁ (2016) cita que produtividade média dos plantios de eucalipto no Brasil em 2015, reportada pelas empresas de base florestal, foi de 36 m³.ha⁻¹.ano⁻¹, mantendo o Brasil na liderança no ranking global de produtividade florestal. Nos últimos cinco anos, a produtividade do eucalipto aumentou em uma taxa de 0,7% ao ano.

Dentre as espécies de eucalipto cultivadas no Brasil, destacam-se o *E. grandis*, *E. saligna* e *Eucalyptus urophylla*, plantios com híbridos, principalmente de *E. grandis* x *E. urophylla*, os quais apresentam grande área plantada principalmente devido a utilização de material clonal (HIGA *et al.*, 2000a).

Os benefícios das agroflorestas no campo econômico vão além da renda obtida com produção, como a possibilidade de ganhos financeiros a partir de sequestro de carbono (NAIR, 2012). Outro benefício econômico importante é o fato da produção não ficar concentrada em determinadas épocas do ano, e sim melhor distribuída ao longo deste (FARREL & ALTIRERI, 2012), além de oferecer uma produção diversificada, sem degradar o solo tornando-se um modelo agrícola promissor na aliança entre produção agrícola e conservação ambiental (AYRES & RIBEIRO, 2010).

No entanto, apesar de todos os avanços no cultivo do *Eucalyptus*, existem certas limitações de sua expansão na região sul do Brasil, principalmente devido à ocorrência de temperaturas mais baixas e geadas frequentes (NISGOSKI *et al.*, 1998).

As espécies de eucalipto economicamente importantes para as condições mais frias do Brasil constituem um grupo muito restrito, *E. benthamii*, *E. dunnii*, *E. saligna*, *E. grandis*, e o híbrido entre *E. benthamii* x *E. dunnii* de boa aptidão para a produção de madeira para fins energéticos e/ou sólidos madeiráveis. Deve-se considerar também um segundo grupo de espécies formado por *E. viminalis*, *E. camaldulensis*, *E. cloeziana* e *E. badjensis*, economicamente importantes para as condições mais frias (PALUDZYSZYN FILHO *et al.*, 2006).

De forma geral, o gênero produz madeiras com uma grande variedade de cores (LIMA, 2005). Segundo Oliveira (1999) apud Rocha (2000), a madeira apresenta pouco brilho, grã direita a revessa, textura fina a média, macia a moderadamente dura ao corte, com cheiro e gosto distintos, e massa específica variando entre 0,40 e 1,20 g/cm³.

Barcellos *et al.* (2005) ressaltam como aspecto positivo da madeira de eucalipto o grande espectro de propriedades, devido a diversidade de espécies, apresentando desde madeiras leves e de baixa durabilidade, até aquelas aptas às mais diversas utilizações.

O eucalipto, por ser a espécie florestal de rápido crescimento mais plantada comercialmente no Brasil e, por consequência, maior conhecimento acumulado a respeito da espécie, tornou-se a mais utilizada nesses sistemas florestais. Sua popularidade tem feito com que muitos produtores acreditem que implantar sistemas com ênfase nessa espécie seja algo muito simples. Semelhante a qualquer outra espécie agrícola ou florestal, o eucalipto precisa ser visto com cuidado. Para seu desenvolvimento satisfatório em monocultura, são necessárias tecnologias modernas e, para transpô-la para sistemas silvipastoris, é necessária inteligência criadora e muita observação de produtores e técnicos (MEDRADO *et al.*, 2009).

2.1.1 O *Eucalyptus* como matéria-prima na indústria de madeira serrada

De acordo com Moura e Guimarães (2003), em todo o mundo, aproximadamente 90 países cultivam o eucalipto em plantios comerciais. Nos países

da América do Sul o gênero passou a ser introduzido no final do século 20, apesar disso, somente após a década de 60, em função dos incentivos fiscais dos governos do Brasil e da Argentina, foram verificados aumentos significativos em relação a área plantada (JANKOWSKY et al., 2000).

As primeiras dispersões do gênero pelo mundo foram motivadas por interesses botânicos e ornamentais, sendo que suas primeiras utilizações industriais limitavam-se a geração de energia e produção de celulose (ACOSTA, 2006).

No Brasil, o gênero ocupa uma posição de destaque na escolha de espécies para a implantação de povoamentos florestais, estando a maior parte da produção comprometida com os usos tradicionais, como celulose e papel, carvão vegetal, lenha e chapas de fibras (ROCHA, 2000).

Segundo a Indústria Brasileira de Árvores-IBÁ, em 2015 os plantios de eucalipto ocupavam 5,6 milhões de hectares da área de árvores plantadas do País e estavam localizados, principalmente em: Minas Gerais (24%), São Paulo (17%), Mato Grosso do Sul (15%), Bahia (11%), Rio Grande do Sul (6%) e Paraná (5%). Nos últimos cinco anos, o crescimento da área de eucalipto foi de 2,8% ao ano. O Mato Grosso do Sul se destaca com o plantio de 450 mil hectares nos últimos cinco anos (IBÁ, 2016).

De acordo com a IBÁ (2016), no ano de 2015 foram consumidos no país 194,45 milhões de m³ de madeira provenientes de plantios florestais, o que representa aumento de 2,2% em relação ao consumo de 2014, dos quais 151,20 milhões de m³ (77,76%) eram de madeira de eucalipto, utilizada nos diferentes segmentos da indústria florestal.

De acordo com Lobão et al. (2004), o potencial de utilização múltipla da madeira de eucalipto vem crescendo nos últimos anos, podendo se conseguir diferentes tipos de floresta para cada um dos produtos a serem obtidos.

Jankowsky et al. (2000), afirmam que o eucalipto deixou de ser uma matéria-prima alternativa para a indústria madeireira, sendo realidade a sua transformação em produtos a base de madeira maciça. Por outro lado, completam que há necessidade de adequação dos processos de beneficiamento da madeira, já que o emprego do *Eucalyptus* implica no processamento de árvores jovens e de diâmetros reduzidos.

No Brasil, grande parte das florestas de eucalipto são manejadas para a produção de árvores de pequenos diâmetros para uso como fibra ou como energia,

sem grandes preocupações com a qualidade da madeira, sendo muito difícil o seu aproveitamento na produção de madeira serrada e transformada em móveis, esquadrias e outros produtos de maior valor agregado. Ao mesmo tempo, as poucas florestas conduzidas para o fornecimento de madeira serrada, não foram melhoradas geneticamente, apresentando muitas vezes árvores retilíneas e com bons diâmetros, mas que produzem madeira com grande variação em suas principais propriedades (PONCE, 1995).

Segundo Amparado et al. (2008), os preconceitos atribuídos ao eucalipto na indústria de serrados são provenientes da utilização incorreta e da falta de desenvolvimento de tecnologias que permitam otimizar as características do produto final.

Apesar dos problemas intrínsecos do gênero, sua madeira pode ser utilizada sem maiores dificuldades, desde que sejam consideradas as suas limitações, representando deste modo, elevado potencial de matéria prima para a indústria florestal, devido as suas características físico-mecânicas e por encontrarem-se os plantios próximos dos grandes centros consumidores, reduzindo os custos de transporte (ROZAS MELLADO, 1993).

Em países como Austrália, África do Sul, Chile, Nova Zelândia, Uruguai e Argentina a madeira de *Eucalyptus* já vem sendo utilizada na forma serrada (LIMA, 2005). Porém no Brasil, para que esse tipo de utilização seja intensificado, há necessidade de maiores investigações sobre o assunto, a exemplo do que ocorre nesses países (MIRANDA & NAHUZ, 1999).

A aplicação adequada da madeira de eucalipto, assim como a de outros materiais, esta diretamente relacionada com o conhecimento de suas características, o que possibilitaria maior economia e segurança no emprego desse material (RODRIGUES, 2002).

2.1.2 *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage

O *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage é nativo da Austrália, encontrado em áreas restritas, ao sudoeste da cidade de Sydney em planícies ao longo do rio Nepean e seus afluentes. É uma árvore com altura variando de 30 a 45 m (FAO, 2004) e longevidade de até 200 anos, possui casca lisa, apresenta inflorescências brancas entre março e maio, sua cápsula apresenta entre 4 a 5 mm

de comprimento com dispersão das sementes entre junho e dezembro (BENSON e McDOUGALL, 1998).

Na Austrália é uma espécie ameaçada de extinção, ocorrendo somente em duas populações pouco extensas, uma pequena população de indivíduos espalhados ao longo do Rio Nepean entre Wallacia e Camden e outra população maior em Kedumba Creek (33°49'S, 150°22') e a montante da confluência com o Rio Coxs (BENSON, 1985). Ocorre de forma natural em solos férteis nas partes planas das deposições dos rios (PRYOR, 1981), em regiões de altitude inferior a 100 m, com temperatura média máxima de 26 °C e temperatura média mínima de 4 °C, com ocorrência de geadas leves e precipitação média anual de 1100 mm (HIGA & PEREIRA, 2003).

Na Austrália a espécie vem apresentando taxas de crescimento relativamente elevadas e tem exibido capacidade de crescer em diversos sítios, incluindo aqueles sujeitos a secas e a geadas (JOVANOVIC & BOOTH, 2002; FAO, 2004). No Brasil, de acordo com Higa e Pereira (2003), são escassos os resultados de plantios com a espécie e, além disso, os usos da madeira ainda estão sendo avaliados (PALUDZYSZYN FILHO et al., 2006).

Porém, apesar de existirem poucos estudos sobre as características tecnológicas da madeira de *E. benthamii*, destaca-se o interesse considerável pela espécie no Sul da África e em partes da América do Sul, onde vem sendo difundida na implantação de povoamentos florestais para a produção de celulose e papel (FAO, 2004).

No Brasil, a espécie foi introduzida pela Embrapa Florestas em 1988, em Colombo, Estado do Paraná, a partir de dez matrizes procedentes de *Wentworth Falls*, NSW (Australia) (GRAÇA et al., 1999). Na região Sul, esta espécie tem mostrado bom crescimento e resistência a geadas em plantios experimentais com dois e três anos de idade no Estado de Santa Catarina (Higa, 1999). Já no Paraná, no município de Guarapuava, de acordo com Paludzyszyn Filho et al. (2006), o *E. benthamii* apresentou-se mais resistente a geada do que o *E. dunnii*, sendo que na região de Dois Vizinhos, Higa e Carvalho (1990) observaram em plantios com idade de 45 meses, sobrevivência de 70%, altura média de 16 m e DAP médio de 15 cm, concluindo que a espécie merece atenção especial dos melhoristas.

A implantação do *E. benthamii* é recomendada para regiões com temperaturas mínimas absolutas de até - 10 °C. Abaixo desse limite podem ocorrer

perdas significativas no seu desenvolvimento (FAO, 1981; PALUDZYSZYN FILHO et al., 2006).

É indicado, sobretudo nas regiões mais altas dos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, onde as precipitações médias anuais estão entre 1500 a 1900 mm com distribuição uniforme (HIGA et al., 2012). Esta espécie tem sido implantada também pela empresa Klabin, no planalto catarinense, em regiões de cotas inferiores, ou seja, nas partes baixas do terreno, onde há concentração de ar frio e aumenta a intensidade da geada (STAHL et al., 2012).

Alves et al. (2011), ao estudarem a madeira de *E. benthamii* para a produção de celulose Kraft, observaram que a estrutura anatômica da espécie é bastante semelhante as de outras espécies do gênero. De modo geral, sua madeira é caracterizada como moderadamente dura; com cerne e alburno distintos, sendo o cerne de cor marrom avermelhada e o alburno amarelo rosado; de textura fina a média e de grã irregular (NISGOSKI et al., 1998).

Sobre os usos potenciais da espécie, Higa e Pereira (2003) indicaram que a madeira de *E. benthamii* é dimensionalmente instável, apresentando índices elevados de retratibilidade volumétrica e de coeficiente de anisotropia, o que pode explicar a alta intensidade de defeitos na madeira serrada. No entanto, os autores ressaltam que esses estudos foram realizados com um pequeno número de amostras e, deste modo, devem ser usados com ressalvas.

2.1.2.1 Crescimento, produção e utilização da madeira

No município de Colombo, estado do Paraná, a altura média observada em *E. benthamii* procedência *Wentworth Falls (NSW)* aos oito anos de idade foi de 21,7 m e diâmetro a 1,3 m (DAP) de 18,2 cm (HIGA e PEREIRA, 2003). Também em Colombo, cresceu 2,3 m em altura e 2,7 cm em diâmetro ao ano, em média, aos oito anos de idade (PEREIRA et al., 2000). Ainda no Paraná, mas no município de Dois Vizinhos, a altura média observada aos quatro anos de idade foi de 16 m e DAP de 15 cm (HIGA e CARVALHO, 1990).

No norte da Argentina, na província de Jujuy, o *E. benthamii* de procedência *Coxs River* apresentou produtividade de 34 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ aos sete anos de idade (MENDOZA, 1983).

O volume médio individual em povoamento de *E. benthamii* de 6 anos de idade com espaçamento inicial de 3 m x 2 m na região de Guarapuava, estado do Paraná, foi de 0,527 m³ (variando de 0,402 a 0,652 m³). Em simulação para este povoamento na idade de 10 anos o volume por hectare seria de 878 m³ (LIMA *et al.*, 2011).

É uma espécie utilizada para a produção de lenha, carvão, estacas, postes, mourões (HIGA *et al.*, 2000a). A qualidade da madeira do *E. benthamii* indicam o uso potencial da espécie como lenha, carvão e celulose, não sendo aconselhado para serraria, pois além das rachaduras do topo das toras e tábuas, apresenta empenamento e rachaduras internas durante a secagem, com índices elevados de contração volumétrica e de coeficiente de anisotropia, mesmo em condições amenas de secagem em temperatura ambiente e à sombra. Programas de melhoramento genético podem resolver em parte esses fatores restritivos (HIGA e PEREIRA, 2003).

Sua qualidade é adequada para a produção de energia, mas apresenta sérios problemas para processamento mecânico, necessitando de pesquisas adicionais destinadas a reduzir as intensidades de rachaduras e de empenamentos. Apresenta densidade média aos sete anos comparável ao *E. saligna* (PEREIRA *et al.*, 2001).

A qualidade da madeira serrada aos seis anos de idade apresenta alta intensidade de defeitos (arqueamento, encurvamento, encanoamento e rachaduras), sendo intensificados pelo processo de secagem. O rendimento de madeira serrada são maiores no sentido de desdobro radial (MÜLLER, 2013).

A madeira é adequada para produção de carvão em fornos convencionais atingindo densidade de 215 Kg.m⁻³, com índice de conversão de 2,4 estéreos de lenha para cada metro cúbico de carvão, com idade de seis anos (LIMA *et al.*, 2012).

2.1.2.2 Resistência à geadas

No Brasil a procedência Wentworth Falls (NSW), introduzida pela EMBRAPA Florestas, no município de Colombo, estado do Paraná, apresentou alta resistência à geada, rápido crescimento, boa forma de fuste e alta homogeneidade do talhão. Essas características tornaram o *E. benthamii* uma excelente opção para

reflorestamentos em regiões de clima frio, principalmente em localidades onde ocorre geadas frequentes e severas, como no sul do Brasil (GRAÇA *et al.*, 1999).

O inverno constitui um grande problema para o estabelecimento de eucaliptos na região sul. A escolha de material genético é fundamental, além de características de crescimento desejáveis, as espécies devem ser tolerantes ao frio. Em plantios experimentais de dois a três anos o *E. benthamii* tem mostrado bom crescimento e resistência a geadas (EMBRAPA, 1988).

Os efeitos das temperaturas próximas ou abaixo de zero graus ocasionam danos nos eucaliptos, que vão desde a perda de área foliar até a morte das plantas. Quanto mais jovem maior será o dano nas folhas, caules e ramos, devido à maior sensibilidade da planta em função da proximidade ao solo, onde a inversão térmica é mais acentuada (PALUDZYSZYN FILHO & SANTOS, 2005).

No Paraná as maiores limitações para os eucaliptos são as baixas temperaturas no período de inverno, principalmente as mínimas absolutas em algumas regiões (PALUDZYSZYN FILHO *et al.*, 2006).

O *E. benthamii* é uma espécie resistente à geadas, apresentando bom crescimento (HIGA *et al.*, 2000a). O híbrido entre *E. benthamii* e *E. dunnii* é uma alternativa em regiões onde a incidência de geadas é frequente (BRONDANI *et al.*, 2009).

A temperatura mínima absoluta que o *E. benthamii* suporta, registrada em abrigo meteorológico é de até -6°C. Observou-se forte tolerância do *E. benthamii* a geadas, sendo essa superior ao *E. dunnii* (DARROW, 1995).

É indicado para plantios em regiões com temperaturas mínimas absolutas de até -10°C, sob condições de aclimação prévia por abaixamento gradual de temperatura na estação fria. Com relação à geadas, suporta até 25 geadas anuais (FAO, 1981).

2.2 SISTEMAS INTEGRADOS

Os sistemas integrados de produção agrícola e pecuária podem garantir a intensificação sustentável da agricultura, promovendo incremento da produção de alimentos, fibras e energia, de modo associado à manutenção de serviços ambientais. Por outro lado, sua adoção depende da disponibilidade de informações

sobre as potencialidades agronômicas e econômicas, das demandas de mercado e de políticas de governo para o desenvolvimento sustentável (MORAES et al., 2012).

Os sistemas de integração podem ser classificados em quatro modalidades distintas, segundo Balbino et al. (2011): i) integração lavoura-pecuária (ILP) ou agropastoril, sistema de produção que integra os componentes agrícola e pecuário em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área e no mesmo ano agrícola ou por múltiplos anos; ii) integração pecuária-floresta (IPF) ou silvipastoril, sistema de produção que integra os componentes pecuários (pastagem e animal) e florestais, em consórcio; iii) integração lavoura-floresta (ILF) ou silviagrícola, sistema de produção que integra os componentes florestal e agrícola pela consorciação de espécies arbóreas com cultivos agrícolas (anuais ou perenes); iv) integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) ou agrossilvipastoril, sistema de produção que integra os componentes agrícola, pecuário e florestal em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área. O componente lavoura pode restringir-se à fase inicial de implantação do componente florestal ou fazer parte do sistema por vários anos.

O termo Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) foi utilizado pelo Governo Federal do Brasil ao desenvolver suas políticas públicas como o Plano ABC (Plano Nacional para uma Agricultura de Baixa Emissão de Carbono) que tem entre as metas desenvolver os SIPA no país (BRASIL, 2012), e com a criação da Lei Nº 12.805, de 29 de abril de 2013 que institui a Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (BRASIL, 2013).

Para os SIPA no Brasil, o ano de 2013, passou a ser uma referência, pois por meio da lei nº 12.805, de 29 de abril de 2013, foi instituída a Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF). A norma prevê entre outros objetivos, a recuperação de áreas degradadas e a redução dos desmatamentos. A ILPF faz parte do Programa Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (ABC), que é um dos planos setoriais elaborados de acordo com o artigo 3º do Decreto nº 7.390/2010 e tem por finalidade a organização e o planejamento das ações a serem realizadas para a adoção das tecnologias de produção sustentáveis, selecionadas com o objetivo de responder aos compromissos de redução de emissão de GEE (Gases de Efeito Estufa) no setor agropecuário assumidos pelo país perante a comunidade mundial.

Apesar disso, autores como Carvalho et al. (2014), recomendam a utilização do termo Integração Lavoura-Pecuária (ILP) para a literatura técnica e Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA) para publicações científicas.

De acordo com pesquisa da EMBRAPA (2016), no Brasil a área com algum tipo de adoção de SIPA abrange 11,5 milhões de hectares. Os estados que se destacam em área de adoção são Mato Grosso do Sul, com dois milhões de hectares; Mato Grosso, com 1,5 milhão; Rio Grande do Sul, 1,4 milhão, que se destacou também como o estado com maior número de propriedades participantes de alguma das modalidades; Minas Gerais, 1,0 milhão, e Santa Catarina, com 680 mil hectares. O estado do Paraná contava apenas com 416 mil hectares. Ainda, conforme essa pesquisa, no âmbito dos produtores rurais com atuação predominante na pecuária e que adotam a estratégia, 83% utilizam o sistema de integração lavoura-pecuária - ILP, (9% ILPF, 7% IPF ou integração pecuária-floresta) e entre os produtores de grãos, 99% adotam o sistema integração lavoura-pecuária - ILP (0,4% ILPF e 0,2% ILF).

Os sistemas silvipastoris (SSP) são associações de espécies florestais com plantas forrageiras herbáceas ou rasteiras e animais herbívoros que buscam a sustentabilidade de pastagens naturais e cultivadas, além de obter múltiplos produtos vegetais e animais, como madeira, carne ou leite (CARVALHO et al., 1995). Estes são sistemas cuja produção é bem mais complexa que a de pastagens ou de florestas plantadas exclusivas. A necessidade de manutenção do equilíbrio entre seus componentes (solo, árvores, forrageiras e animais), aliada ao grande número de interações possíveis entre estes e os fatores climáticos, aumenta a necessidade de um planejamento rigoroso, sendo determinante no sucesso da produção (BERNARDINO & GARCIA, 2009).

Os sistemas agrossilvipastoris e silvipastoris, quando estabelecidos e manejados de maneira adequada, levando-se em consideração aspectos econômicos, ambientais e sociais das propriedades rurais, assim como das regiões em que estão inseridos, podem trazer benefícios, como: diversificação da produção, incremento e melhor distribuição da renda no tempo, conservação do solo e da água, conforto térmico para animais, melhoria do valor nutricional da forragem, garantem maior biodiversidade e sustentabilidade aos ecossistemas quando comparados a quaisquer monocultivos (BERNARDINO & GARCIA, 2009; OLIVEIRA NETO et al., 2010).

Num sistema agrossilvipastoril as espécies arbóreas podem desempenhar diferentes funções, como produção de madeira, frutos, sementes, resina, látex, óleos e também promover o incremento da diversidade, da ciclagem de nutrientes, melhoria do microclima para criação animal, proteção do solo, entre outros serviços ambientais (OLIVEIRA NETO & PAIVA, 2010). Entretanto, esses autores informam que a produção de madeira, na maioria das vezes, tem sido a principal justificativa para o plantio de árvores nas propriedades rurais. As árvores a serem utilizadas nos sistemas integrados de produção devem apresentar, de preferência, copas que permitam a passagem de luz para o crescimento das forrageiras. Considera-se que a produção de pastagem pode ser mantida com sombreamento de até 30 % da luz solar incidente na área (PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 2010).

Conforme, Martin (2002), a disponibilidade adequada de sombra produz mudanças favoráveis no comportamento de pastoreio e sobre a produtividade, pois os animais dedicam mais horas diárias ao pastejo e à ruminação, o consumo de alimento se maximiza sob conforto térmico, diminui a necessidade de água, a conversão alimentar melhora, com menor utilização de energia para dissipação do calor excessivo. A sombra das árvores reduz a passagem de radiação solar até a superfície corporal do animal, reduzindo a sua contribuição potencial para o incremento da carga calórica do gado. Em condições tropicais, a temperatura sob a copa das árvores é cerca de 2 a 3°C menor que a sol pleno, havendo registro de reduções de até 9°C (MARTIN, 2002).

Quanto às espécies forrageiras, além de serem tolerantes ao sombreamento, faz-se necessário selecionar espécies adaptadas ao manejo e ambientadas às condições edafoclimáticas da região onde serão implantadas. Dentre as espécies de gramíneas que possuem tolerância ao sombreamento estão algumas das forrageiras mais utilizadas para formação de pastagem no Brasil e, em outras regiões tropicais e subtropicais, como espécies de braquiárias e *Megathyrus maximus* (MACEDO et al., 2010). Durante o estabelecimento das árvores, o sombreamento causado pelo componente arbóreo é mínimo e de pouco efeito significativo sobre a cultura forrageira, mas à medida que as árvores crescem, as mudanças no microclima se tornam mais acentuadas, podendo comprometer o crescimento das forrageiras.

A iniciativa de integração de animais em atividades florestais não é uma técnica recente. Na Região Oeste dos Estados Unidos, a prática de se colocar os

bovinos para realizar o pastejo em áreas de florestas nativas já vem sendo realizada há mais de 125 anos (ROATH & KRUEGER, 1982). Trabalhos envolvendo bovinos sob florestas de pinus (*Pinus radiata*), na Nova Zelândia, foram descritos por Miller (1975). Nos países da Europa, também, a exploração múltipla silvipastoril se realiza há muitos anos. No Brasil, a associação intencional de gado com florestas remonta à metade do século 18 na região de ocorrência de *Araucaria angustifolia* (CHANG, 1985).

Em uma revisão da literatura, Porfírio-da-Silva (2015), relata que as pesquisas em sistemas silvipastoris no Paraná tiveram início na década de 1980 com gado sendo introduzido em plantios florestais convencionais. Muitas pesquisas foram conduzidas visando à utilização do sub-bosque como uma forma de aproveitamento pelos animais selvagens e domésticos (principalmente bovinos e ovinos), bem como controlar o desenvolvimento da vegetação herbácea, que em acúmulo se torna um veículo propagador de incêndios nas florestas (SCHREINER, 1983; BAGGIO & SCHREINER, 1988; SCHREINER, 1994; GARCIA et al., 2003) e a compatibilidade da cultura associada (BERNARDINO, 2007).

A integração lavoura-pecuária-floresta possibilita a recuperação de áreas degradadas por meio da intensificação do uso da terra, permitindo maior produção de forma sustentável. Este sistema permite elevada produção de grãos e forragens, possibilitando incremento no teor de matéria orgânica e maior ciclagem de nutrientes, além de diversificar as atividades econômicas rurais, com a inserção do componente florestal, como a produção de madeira ou energia (TRECENI et al., 2008).

2.2.1 Uso e manejo do eucalipto como componente arbóreo em SIPA

Conforme Porfírio-da-Silva et al. (2010), tendo-se definido os aspectos de planejamento para o plantio das árvores, começa a fase de execução propriamente dita, quando será necessário preparar a área, proceder ao controle de formigas, demarcar as faixas de plantio das árvores, estabelecer um programa de podas e de desbastes de árvores e tratos culturais como adubação e controle de plantas concorrentes com as mudas das árvores.

O planejamento do uso da terra é um importante procedimento na busca da sustentabilidade, com reflexos na produção e nos aspectos ambientais da

propriedade rural. Nesse sentido, as definições dos modelos e das áreas destinadas para a produção devem contemplar informações relacionadas à aptidão do solo, levando-se em consideração a fertilidade, a estrutura física, o relevo e a conservação do solo e da água, com intuito de otimizar a produtividade. Além disso, deve-se considerar as exigências legais referentes às áreas de preservação permanente e de reserva legal (OLIVEIRA NETO et al., 2010).

A adoção do sistema de integração com o componente arbóreo pode ser facilitado pela adequada distribuição espacial das árvores no terreno, para conservação do solo e da água, favorecimento do trânsito de máquinas e observância de aspectos comportamentais dos animais. Para tanto, o arranjo espacial mais simples e eficaz é o de aleias (ou renques), em que as árvores são plantadas em faixas (linhas simples ou múltiplas) com espaçamentos amplos. Quando se deseja privilegiar a produção de madeira, podem-se utilizar espaçamentos menores entre as aleias ou maior número de linhas em cada aleia (maior número de árvores por hectare). Para privilegiar a atividade agrícola ou pecuária, podem-se utilizar espaçamentos maiores entre as aleias com menor número de linhas (PORFÍRIO-DA-SILVA, 2006, 2007b).

Na orientação das linhas de plantio das árvores deve-se considerar, primeiramente, a conservação do solo e da água. Assim, as árvores devem ser dispostas em nível e, no caso da necessidade de terraceamento, o plantio das árvores deve ser feito no terço inferior do terraço, para evitar danos às raízes das árvores, favorecer a infiltração de água, a conservação e manutenção do terraço e o deslocamento dos animais (PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 2010).

Espaçamentos mais amplos favorecem o desenvolvimento da forrageira no sub-bosque e a produção de madeira com maiores dimensões, além de permitir o consórcio com culturas agrícolas por maior período e com menores limitações em termos de competição por espaço, luz, água e nutrientes. Do ponto de vista da pecuária, espaçamentos entre fileiras ou renques de árvores podem variar de 9 a 50 m, sendo que espaçamentos menores limitam a produção forrageira e animal. O espaçamento entre árvores, na linha, pode variar de 1,5 a 5 m (DE ALMEIDA et al., 2012).

Os arranjos das árvores podem variar de linhas simples, duplas ou triplas, de acordo com a finalidade da madeira e podem ser associados a práticas de desbaste seletivo ou sistemático, para produzir madeira com maior espessura e maior valor

agregado. Em SIPA com foco na pecuária, a implantação de linhas simples facilita no manejo das árvores, exigindo menos mão-de-obra (DE ALMEIDA et al., 2012). A tabela 1 apresenta alguns exemplos de arranjos.

TABELA 1 – EXEMPLOS DE ARRANJOS DE ÁRVORES EM SISTEMAS INTEGRADOS, DE ACORDO COM O ESPAÇAMENTO INICIAL E APÓS DESBASTE.

Arranjo espacial (faixa de árvores)	Espaçamento inicial ¹			Espaçamento após desbaste ²		
	Espaçamento (m)	Densidade (árvores/ha)	Área ocupada (%)	Espaçamento (m)	Densidade (árvores/ha)	Área ocupada (%)
Linha simples	14 x 2	357	14,3	14 x 4 ou 28 x 4	179 ou 89	14,3 ou 7,1
Linha dupla	14 x 2 x 3	417	25,0	18 x 3	185	11,1
Linha tripla	14 x 2 x 1,5	1.000	40,0	20 x 3	167	10,0

FONTE: Adaptado de Porfírio-da-Silva et al.(2010).

¹ Madeira fina para carvão, lenha e moirões; ² Madeira grossa para serraria e laminação.

O plantio de árvores em SIPA com a presença de animais na área, só pode ocorrer se as mesmas forem isoladas por cerca, pois estes podem ramonear ou pisotear as mudas. Assim, o componente arbóreo deve ser introduzido no sistema simultaneamente com a lavoura, ou a área deve ser vedada até o momento em que a árvore esteja desenvolvida (NICODEMO et al., 2004). A entrada dos animais deve ocorrer após a primeira poda, quando as árvores atingirem de 6 a 8 cm de diâmetro à altura do peito (DAP) (PORFÍRIO-DA-SILVA & MORAES, 2010). Com menos de 6 cm de diâmetro, as árvores são facilmente quebradas pelo gado, pois ainda são fracas e baixas; e este diâmetro atende à necessidade de produção de madeira de qualidade sem nó (PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 2010).

Conforme Porfírio-da-Silva e Moraes (2010), o manejo do componente arbóreo, podas e desbastes, variam de acordo com a espécie de árvore utilizada e a sua finalidade comercial, além do manejo animal. Normalmente, o desbaste é realizado quando ocorre competição intraespecífica entre as árvores, detectada por acompanhamento dendrométrico.

A desrama ou poda é uma prática silvicultural que consiste em eliminação de galhos mortos ou vivos das árvores. É importante e necessário fazer a desrama das árvores para regular o sombreamento, manter o crescimento da pastagem e produzir madeira de qualidade (sem nós) (PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 2010).

O desbaste consiste na retirada (corte) seletiva de árvores do sistema, com a finalidade de: fonte de receita, aumento na disponibilidade de luz para o componente forrageiro e/ou agrícola, melhoria das condições de crescimento das

árvores para produção de madeira de melhor qualidade e valor agregado. Geralmente, os desbastes são orientados para manter um estande final com 30 a 50% das árvores implantadas (DE ALMEIDA et al., 2012).

A desrama e o desbaste das árvores resultam em mudanças na qualidade e quantidade dos produtos arbóreos e, da mesma forma, na qualidade e quantidade de pasto potencialmente disponível. O sistema de pastejo aplicado e a pressão de pastejo controlam a qualidade e quantidade consumida pelos animais, assim como a quantidade de resíduos que chega ao solo. A carga animal excessiva pode resultar em algumas situações, em maior compactação do solo, que reflete no crescimento do pasto e da árvore em decorrência de maior ou menor arejamento e retenção de água (GARCIA et al., 2003).

Nas regiões de Cerrado, em sistemas de ILPF, o eucalipto pode sofrer desbastes sucessivos, de acordo com a finalidade da madeira: aos 4-5 anos, para carvão, lenha e moirões e aos 8-9 anos, para celulose e para postes, sendo realizado o corte final das árvores aos 12-14 anos, para serraria e laminação, seguindo-se um novo ciclo de plantio das árvores. Também, pode-se optar por apenas um desbaste, deixando-se entre 100 a 200 árvores/ha para o corte final, sendo a madeira comercializada para serraria (DE ALMEIDA et al., 2012).

Na colheita das árvores, devem-se seguir procedimentos técnicos para derrubada da árvore, arraste da tora, traçamento da tora, carregamento de tora(s) e transporte da madeira, de acordo com o mercado comprador da madeira, da mão-de-obra e maquinário disponíveis (PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 2010).

2.2.2 Vantagens do uso do eucalipto em SIPA

Pulrolnik et al. (2010), avaliando a adaptação e o desenvolvimento inicial de oito espécies de árvores nativas e duas espécies arbóreas exóticas em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta, observaram que as espécies de eucalipto apresentaram maior crescimento em altura e diâmetro em comparação às espécies nativas. Também, os mesmos autores, comparando o desenvolvimento inicial de *Eucalyptus urograndis*, com espaçamento de 12 e 22 m entre as linhas de cultivo, não observaram diferença entre os diferentes arranjos.

O eucalipto é uma planta que ao longo da sua evolução natural desenvolveu mecanismos adaptativos eficientes para crescer rapidamente sob condições

favoráveis e também suportar estresses hídrico, de temperatura, nutricional, entre outros, o que explica o grande número de espécies na natureza e sua dispersão nas regiões de origem. No Brasil, ao longo dos últimos 50 anos, como consequência dos trabalhos de melhoramento genético e uso de avançadas técnicas silviculturais, a capacidade de produção de biomassa cresceu de forma bastante expressiva. A versatilidade de uso da madeira, principal produto obtido dessa árvore, é outra particularidade que explica a prevalência de plantações de eucalipto sobre as de outras espécies. As utilizações vão desde o emprego para fins meramente energéticos até obtenção de produtos nobres como lâminas e móveis (PALUDYSZYN FILHO et al., 2006).

Um dos principais recursos utilizados por bovinos manejados à pasto, na tentativa de amenizar temperaturas elevadas e alta radiação, é a busca por sombreamento, quando este existe (GLASER, 2008). A disponibilidade adequada de sombra produz mudanças favoráveis no comportamento de pastoreio e sobre a produtividade: os animais dedicam mais horas diárias ao pastejo e a ruminação; o consumo de alimento se maximiza sob conforto térmico; diminui a necessidade de água; a conversão alimentar melhora, com menor utilização de energia para dissipação do calor excessivo (MARTIN, 2002). O componente arbóreo pode exercer influência sobre o bem estar e desempenho animal. O eucalipto por suas características de rápido crescimento e madeira para uso múltiplo é uma das espécies mais utilizadas atualmente em sistemas silvipastoril no Brasil (VENTURIN et al., 2010).

De acordo com Pofírio-da-Silva et al. (2010), os resultados já obtidos em trabalhos de instituições de pesquisa e extensão rural, bem como em áreas de produtores rurais, apontam para as seguintes perspectivas do uso do sistema silvipastoril: i) aumento na taxa de lotação das pastagens em comparação aos sistemas de pecuária convencional; ii) promoção do controle da erosão; iii) menor frequência de reformas em pastagens; iv) melhor condição para o desempenho animal (reprodução e produção) por meio do aumento do conforto e proteção dos animais e das pastagens; v) eliminação de investimento na construção de sombra artificial aos animais, sobretudo para o gado de leite; vi) maior oferta de forragem com valor nutritivo superior em função da melhoria da fertilidade do solo; vii) produção de madeira para serraria e laminação.

Além da produção vegetal e animal, otimizando os fatores de produção no tempo e no espaço, a produção de sistemas integrados com árvores pode trazer grandes contribuições em termos de recuperação de áreas degradadas, manutenção e reconstituição da cobertura florestal, promoção e geração de emprego e renda, adoção de boas práticas agropecuárias, melhoria das condições sociais, adequação da propriedade rural à legislação ambiental e a valoração de serviços ambientais no âmbito da propriedade rural e até mesmo em maior escala com o sequestro de carbono e mitigação das emissões de gases de efeito estufa (PULROLNIK et al., 2010).

Os SIPAS são viáveis em muitas regiões do Brasil. No entanto, não deve ser esperada produtividade máxima dos componentes desses sistemas, e sim a sustentabilidade do ecossistema, e a geração de retornos satisfatórios e receita com diferentes produtos (BERNARDI, et al., 2014).

2.2.3 Limitações do uso do eucalipto em SIPA

Além dos benefícios diretos e indiretos imputados aos sistemas silvipastoris, é importante que se ressalte que esse sistema não se constitui em panacéia para os diversos problemas inerentes as pastagens tropicais. Por exemplo, a presença de árvores e arbustos no pasto pode, também, prejudicar o desenvolvimento da pastagem. Isso ocorreria, principalmente, devido ao sombreamento e, em alguns casos, a competição por água e nutrientes que as espécies arbóreo-arbustivas exerceriam sobre as forrageiras herbáceas da pastagem (DIAS FILHO, 2006).

Os sistemas silvipastoris são constantemente apontados como solução para diversos problemas inerentes a pastagens no Brasil, na prática, o uso desse sistema no país ainda é muito restrito. Existem muitas razões para discrepância entre as evidências técnicas e a realidade prática. Uma importante barreira à adoção do sistema silvipastoril seria a limitada lucratividade inicial devido aos maiores custos de implantação e a conseqüente baixa taxa de retorno desses sistemas, quando comparados aos sistemas tradicionais de pastagem (DIAS FILHO, 2006). Ainda, de acordo com Dias Filho (2006), a implantação e a manutenção do sistema com árvores requerem mão-de-obra mais capacitada e infraestrutura mais elaborada (como para produção de mudas e poda de árvores). Tais fatores também poderiam restringir a sua adoção. Atualmente (2017), algumas políticas de incentivo que não

existiam em 2006 foram implementadas, como o desenvolvimento do Plano Nacional para uma Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (Plano ABC) (BRASIL, 2012) e a instituição da Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta - lei nº 12.805 de 2013 (BRASIL, 2013). Essas e outras medidas possibilitaram o aumento das áreas com SSP no Brasil (EMBRAPA, 2016), contudo ainda continuam muito restritas diante das possibilidades existentes.

2.2.4 Perspectivas do SIPA e o uso do eucalipto

O sistema integrado com árvores é dinâmico e complexo, em virtude das interações entre culturas, animais e diversas práticas. Por serem dinâmicos, esses sistemas necessitam de pesquisas científicas e tecnológicas contínuas, quase sempre realizadas por meio de experimentos de longa duração e regionalizados, sem os quais haveria comprometimento da sua sustentabilidade, o que dificultaria a sua adoção por produtores rurais. Muitas linhas de pesquisa, transferência de tecnologia e fomento precisam ser fortalecidas, para que haja incremento no aporte de conhecimento e informações e na adoção dos SIPA, enquanto proposta sustentável (BALBINO et al., 2011).

Atualmente, existem incentivos e linhas de crédito específicas para os SIPA no Brasil, mas ainda há carência de informações e de profissionais qualificados para trabalharem com o componente arbóreo integrado aos sistemas de produção. Os sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta são alternativas viáveis do ponto de vista técnico, ambiental e sócio-econômico, para recuperação e intensificação do uso de pastagens, entretanto, são mais complexos, exigem a interação de várias áreas do conhecimento e maiores investimentos iniciais (DE ALMEIDA et al., 2012).

É de fundamental importância ampliar os estudos científicos sobre os arranjos espaciais e seus efeitos na produtividade florestal de diferentes espécies arbóreas em consórcio com diferentes culturas anuais. Além disso, são necessários estudos com espécies forrageiras e sistemas de consórcio de culturas anuais, forrageiras e arbóreas, para análise de sua influência na produção de biomassa, na presença de animais. Assim, são necessárias avaliações socioeconômicas e ambientais de diferentes formas de integração do componente arbóreo nos biomas brasileiros (BALBINO et al., 2011).

O componente arbóreo em sistemas integrados de produção exerce grande influência sobre o bem estar e desempenho animal em pastejo. O eucalipto por sua vez apresenta ótimo potencial para utilização em tais sistemas permitindo aumento na produtividade e geração de renda. No entanto, ainda são necessários maiores estudos sobre a interação entre os componentes animal-planta-solo ao longo do tempo (DA SILVA & DE LIMA MEIRELES, 2013).

Embora haja exemplos de utilização de SIPA no Brasil, a diversidade de condições regionais do país indica a necessidade de estudos regionalizados sobre a viabilidade da combinação de diferentes espécies. Faz-se necessária a criação de mecanismos de políticas públicas, para que os agricultores consigam superar barreiras econômicas, como a necessidade de investimento inicial, e barreiras operacionais, como a necessidade de conhecimento tecnológico e de investimento em capacitação de técnicos e na formação de profissionais de ensino superior e de escolas profissionalizantes da área agropecuária. Portanto, estudos multidisciplinares e a introdução de disciplinas com enfoques transversais em SIPA, em cursos da área agropecuária, devem buscar entendimento das relações solo-planta-animal-ambiente, para estabelecer manejos de forma sustentável nas diversas modalidades do sistema (BALBINO et al., 2011).

2.3 HISTÓRICO DA ÁREA E DESCRIÇÃO EXPERIMENTAL

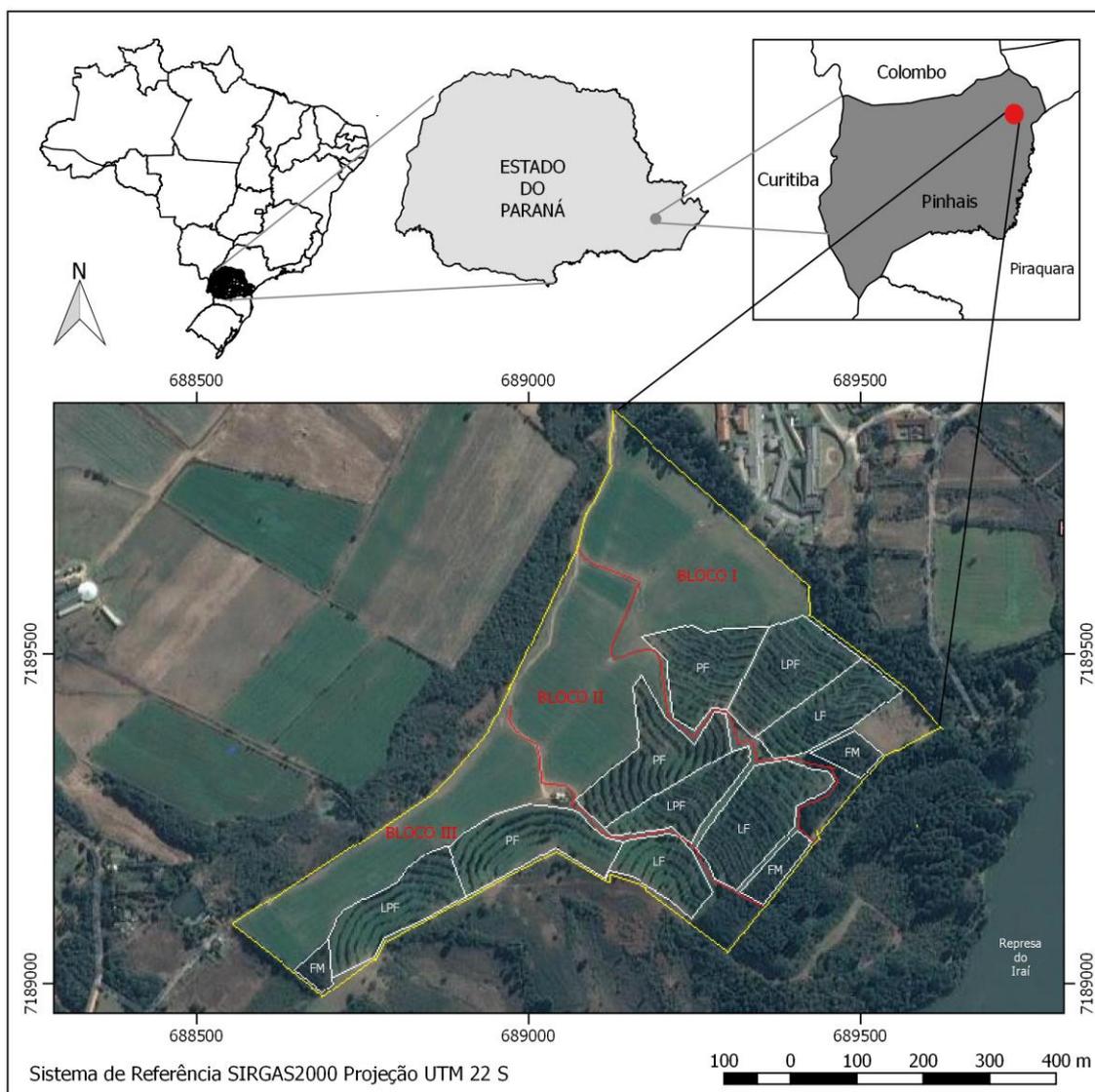
2.3.1 Localização da área experimental

A pesquisa foi realizada no município de Pinhais-PR, no experimento desenvolvido pelo Núcleo de Inovação Tecnológica em Agropecuária (NITA), localizado na Fazenda Experimental Canguiri, pertencente à Universidade Federal do Paraná (Figura 1). As coordenadas geográficas centrais aproximadas são: 25°23'30"S de latitude e 49°07'30" W de longitude, com uma altitude média de 920 m. A área total do experimento SIPA desenvolvido pelo NITA é de 33 hectares, sendo que aproximadamente 50% (18 hectares) é composta com o componente arbóreo *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage.

A Fazenda Experimental Canguiri, possui 444,78 hectares de extensão, e está localizada dentro da Área de Proteção Ambiental (APA) do Rio Iraí, às margens da represa do Iraí. A APA do Iraí é uma unidade territorial criada em 1996 para

"proteção e conservação da qualidade ambiental dos sistemas naturais ali existentes, em especial a qualidade e quantidade de água para fins de abastecimento público" conforme consta no artigo 2º do Decreto Estadual nº 1.753/96. Nessas áreas não são permitidas a implantação de loteamentos convencionais nem a utilização de agrotóxicos.

FIGURA 1 – LOCALIZAÇÃO ESPACIAL DA ÁREA DE ESTUDO DA PESQUISA



FONTE: GOOGLE EARTH (2016), adaptado pelo AUTOR (2017)

2.3.2 Caracterização da área

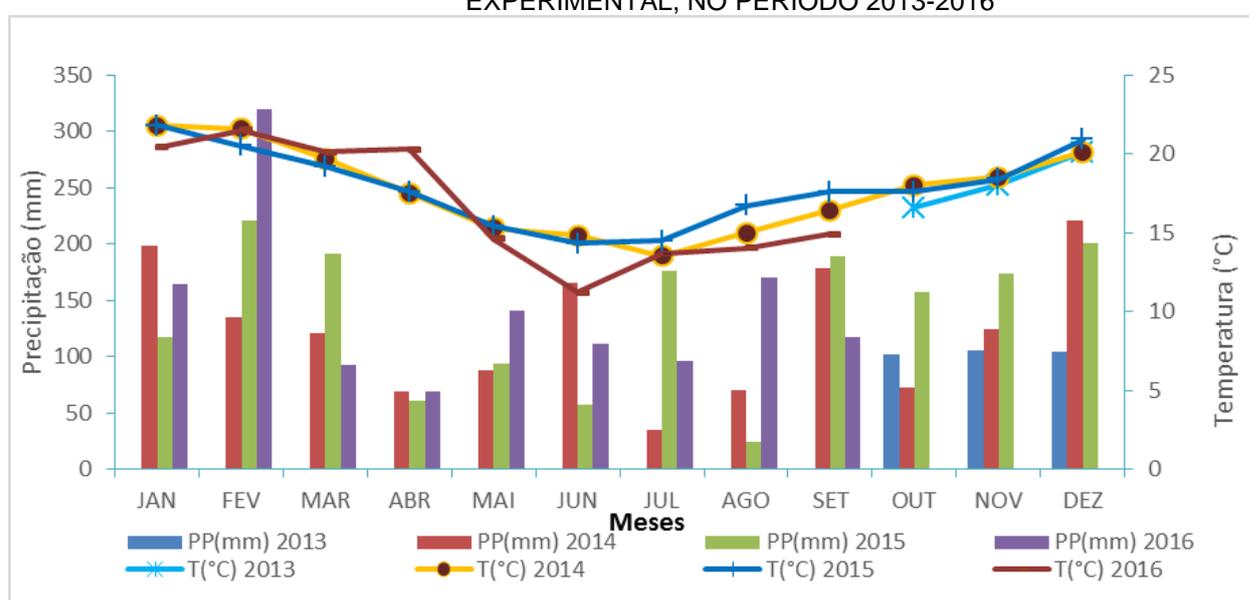
O clima da região, segundo a classificação de Koppen, é o Cfb (temperado, úmido e com verão temperado), caracterizado por apresentar precipitação média

anual de 1400 mm, temperatura mínima média de 12,5°C e temperatura máxima média de 22,5°C, estando sujeito a geadas severas (mais de cinco por ano).

Os dados médios e as curvas referentes aos indicadores de precipitação e temperatura média, correspondentes ao período 2013-2016, ocorridas na área do experimento, são apresentados na Figura 2.

Segundo o mapeamento de solos, são encontradas nesta área as classes Cambissolo Háplico, Latossolo Vermelho e Latossolo Vermelho-Amarelo (SUGAMOSTO, 2002).

FIGURA 2 - PRECIPITAÇÃO E TEMPERATURA MÉDIA OCORRENTES NA ÁREA EXPERIMENTAL, NO PERÍODO 2013-2016



FONTE: SIMEPAR (2016), adaptado pelo AUTOR (2017).

2.3.3 Detalhes do experimento

A implantação do experimento iniciou-se em 2012 com os trabalhos de preparo convencional do solo com aração profunda com arado de aivecas e posterior gradeação (junho e julho); correção do solo com lodo de esgoto tratado pelo processo N VIRO® (julho/agosto); semeadura de aveia preta (*Avena strigosa* cv IAPAR 61) com uma taxa de semeadura de 80 kg.ha⁻¹ para cobertura do solo e, aplicando-se 450 kg.ha⁻¹ de superfosfato simples na linha.

Em outubro de 2012, efetuou-se a demarcação das linhas para o plantio de árvores, sendo o plantio das árvores realizado em novembro de 2012. Foram plantadas as espécies *Eucalyptus dunnii* e *Eucalyptus saligna*, em linhas alternadas.

Em janeiro e fevereiro de 2013 foi efetuado o preparo convencional do solo para semeadura da pastagem perene de verão (*Megathyrus maximus* - cv Aries). A semeadura do *Megathyrus maximus* foi feita em linhas utilizando-se 16 kg.ha⁻¹ de sementes peletizadas e aplicados 350 kg.ha⁻¹ de superfosfato simples na linha, mais 800 kg.ha⁻¹ de cloreto de amônio. Durante o estabelecimento da pastagem foram executadas três roçadas para reduzir a pressão competitiva das plantas daninhas.

Em julho de 2013, ocorreram geadas de grande intensidade, que provocaram danos e a morte de muitas árvores, principalmente do *Eucalyptus saligna*. Devido a perda de muitas plantas, para não comprometer o experimento, cujo projeto inicial prevê uma duração de 20 anos, optou-se pela eliminação de todas as árvores do *E. dunii* e *E. saligna* em setembro de 2013 e a execução de um novo plantio, com mudas seminais de *Eucalyptus benthamii*, espécie resistente a geadas, em outubro de 2013. A finalidade do cultivo em renques é obtenção de toras para serrarias e laminadoras.

O *Eucalyptus benthamii*, de origem seminal, foi plantado em outubro de 2013, sendo que todos os tratamentos receberam o mesmo preparo de solo e adubação das árvores. Foi feito subsolagem na linha do plantio a uma profundidade de aproximadamente 40 cm, e o plantio foi manual utilizando-se um sachô para a abertura das covas. Para cada muda foram colocados na cova 250 ml de solução hidrogel Hidroplan-EB®/HyB, diluídos segundo a recomendação do fabricante e em duas covetas laterais (a 15 cm de distância da muda e a 15 cm de profundidade) foram distribuídos 200 g da formulação 08-20-20 NPK que também continha 1% de cálcio (Ca) e 3% de enxofre (S).

Nos tratamentos PF, LPF e LF, as árvores foram plantadas em linhas simples com o espaçamento de 2 m x 14 m, visando obter uma densidade inicial de aproximadamente 357 árvores ha⁻¹ e final de 150 árvores ha⁻¹. As linhas de árvores foram plantadas em curvas de nível visando a conservação do solo e da água, o controle da erosão, a melhoria do conforto térmico dos animais e a amenização das trilhas feitas pelo caminhamento animal no sentido da pendente do terreno (PORFÍRO-DA-SILVA et al., 2010). O tratamento árvores em monocultivo (FM) foi plantado no espaçamento de 2 m x 3 m (1.667 árvores.ha⁻¹).

O controle de formigas foi feito com a aplicação da pasta Formifu® em todas as mudas após quinze dias do plantio (outubro de 2015).

No processo de implantação das árvores foi necessário o replantio de aproximadamente 20,5% das árvores do experimento e como não é permitida a utilização de herbicidas, o controle de plantas daninhas, foi realizado de forma manual com enxada, arranquio e motorizada com roçadeira costal por três vezes.

A adubação do sistema de produção foi padronizada e determinada pela equipe técnica do NITA, baseada nas análises de solos e nas demandas da cultura agrícola de maior exigência, no caso o milho (*Zea mays*).

No primeiro ano (2013), os fertilizantes foram aplicados em três etapas em todos os tratamentos, a primeira de base, por ocasião do plantio das culturas anuais de verão (milho e girassol), utilizando-se 450 kg.ha⁻¹ de superfosfato simples, a segunda com 400 kg.ha⁻¹ da formulação NPK 25:00:25 quando as plantas tinham de 4 a 6 folhas, e quinze dias depois foi aplicado 200 kg.ha⁻¹ de uréia.

No segundo ano (2014), os fertilizantes foram aplicados nos tratamentos em três etapas: a primeira após o plantio da pastagem de inverno (aveia), na 2ª quinzena de maio, utilizando-se 600 kg.ha⁻¹ de fostato natural, 200 kg.ha⁻¹ cloreto de potássio e 200 kg.ha⁻¹ de uréia; a segunda por ocasião do plantio das culturas anuais de verão (milho e girassol) em setembro, utilizando-se 450 kg.ha⁻¹ de superfosfato simples e a terceira em novembro, com aplicação de 450 kg.ha⁻¹ de uréia.

Em 2015, os fertilizantes foram aplicados em duas etapas: a primeira, na 2ª quinzena de maio após o plantio da pastagem de inverno (aveia), utilizando-se 300 kg.ha⁻¹ de fostato natural, 100 kg.ha⁻¹ cloreto de potássio e 300 kg.ha⁻¹ de uréia; a segunda aplicando-se 200 kg.ha⁻¹ de uréia no final de dezembro.

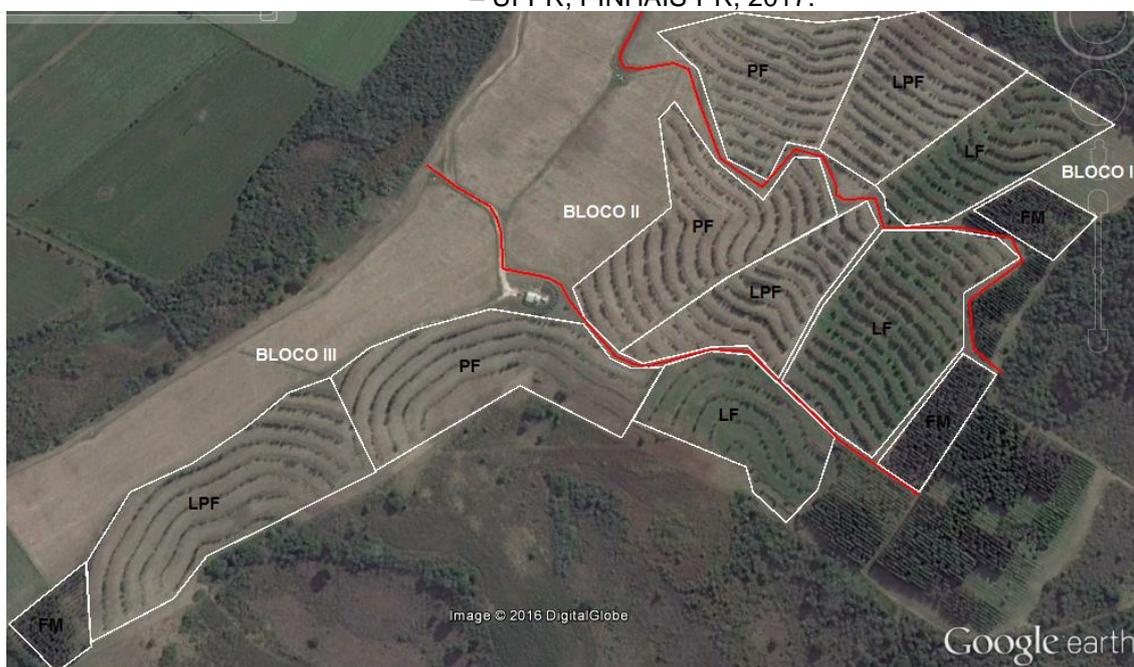
Em 2016 (quarto ano), após a implantação da pastagem de inverno (aveia), na 2ª quinzena de maio, em todos os tratamentos, foram aplicados 300 kg.ha⁻¹ de fostato natural, 100 kg.ha⁻¹ cloreto de potássio e 300 kg.ha⁻¹ de uréia.

Foram testados 4 tratamentos: T1- sistema pecuária-floresta (PF); T2- sistema lavoura-pecuária-floresta (LPF); T3- sistema lavoura-floresta (LF), com metade da área semeada com milho e a outra metade com girassol, e T4- floresta em monocultivo (FM). O delineamento experimental foi blocos ao acaso com 3 repetições (piquetes), constituídos por parcelas com áreas de no mínimo 1,3 hectares e no máximo 2,2 hectares nos tratamentos PF, LPF, LF e 0,3 a 0,5 hectares no tratamento FM (Figura 3).

No tratamento lavoura-floresta (LF), nos períodos de primavera-verão foram cultivados milho (*Zea mays*) e girassol (*Helianthus annuus*), semeados em sistema de plantio direto, no final de setembro e começo de outubro, sem o uso de herbicidas ou qualquer outro tipo de agrotóxico devido ao fato de que o experimento se encontra em uma Área de Proteção Ambiental (APA). Para as duas culturas agrícolas utilizou-se o espaçamento de 0,45 x 0,20 m (111.111 plantas.ha⁻¹). Nos períodos de outono-inverno, foi cultivada aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.), semeada em sistema de plantio direto, no final de maio e começo de junho, com o papel de conservar o solo coberto por vegetação durante o período.

Nos tratamentos PF e LPF, com a pastagem perene de verão (*Megathyrsus maximus* - cv Aries), nos períodos de outono-inverno, foi sobressemeado, no final de maio e começo de junho, em sistema de plantio direto, aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.), para fornecimento de pasto no inverno ou com papel de conservar o solo coberto por vegetação durante o período no tratamento LPF, quando cultivado cultura de verão.

FIGURA 3 – DISTRIBUIÇÃO DO *E. benthamii* NA ÁREA EXPERIMENTAL DA FAZENDA CANGUIRI – UFPR, PINHAIS-PR, 2017.



FONTE: o autor (2017), adaptado do *Google Earth*.

A primeira desrama das árvores foi efetuada aos 21 meses de idade (julho de 2015) até a metade das respectivas alturas das árvores (na média até 3 m), com o uso de serrotes de poda. A 2ª desrama foi efetuada aos 33 meses de idade (julho de 2016) até a metade das respectivas alturas do tronco das árvores (5 a 6 m). No

tratamento FM, na 2ª desrama, ocorreu a desrama natural com a morte dos galhos laterais, sendo necessária apenas a desrama das árvores da bordadura das parcelas.

A entrada dos animais no experimento nos tratamentos PF e LPF ocorreu aos 24 meses de idade das árvores (outubro de 2015), ocasião que as árvores tinham um DAP médio de 8,12 cm, considerado adequado para suportarem a presença destes (MEDRADO et al. 2009; PORFIRIO-DA-SILVA et al. 2012).

Os animais utilizados no pastejo primavera-verão eram comuns (sem raça definida), com peso vivo médio de 285 kg (\pm 54 kg) e idade variando de 01 a 03 anos. Foram distribuídos nos piquetes considerando-se o peso médio, de forma a manter a carga animal proporcional a área dos piquetes. O pastejo foi iniciado em outubro de 2015 e finalizado em abril de 2016. Foi manejado sob pastejo contínuo com taxa de lotação variável (MOTT & LUCAS, 1952), mantendo-se o pasto com altura média de 28 cm (\pm 5 cm). Os bovinos tinham acesso aos piquetes com *Megathyrsus maximus* - cv Aries e *Eucalyptus benthamii*, com os outros fatores que do período de pastoreio (clima, solo, gestão, dieta) mantidos constantemente.

REFERÊNCIAS

- ABRAF - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. Anuário estatístico. ABRAF 2013, ano base 2012 / ABRAF. Brasília: 148 p. 2013.
- ACOSTA, M. S. Productos sólidos a partir de madeira de eucaliptos cultivados. Entre Rios: INTA, (CIDEU, Boletín). 15 p. 2006.
- ALMEIDA, R.G.; ZIMMER, A.H.; KICHEL, A.N.; MACEDO, M.C.M.; COSTA, J.A.A. Estratégias de recuperação de pastagens por intermédio de sistemas integrados de produção de carne bovina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA – ZOOTEC, 22. 2012, Cuiabá. Anais. Cuiabá: UFMT; ABZ, 2012. p. 1-34. 1 CD-ROM.
- ALVES, I. C. N.; GOMIDE, J. L.; COLODETTE, J. L.; SILVA, H. D. da. Caracterização tecnológica da madeira de *Eucalyptus benthamii* para produção de celulose Kraft. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 21, n. 1, p. 167-174, 2011.
- AMPARADO, K. F.; CARVALHO, A. M.; GARCIA, R. A.; LATORRACA, J. V. F. Caracterização do rendimento em madeira serrada de *Eucalyptus saligna* Smith nas condições verde e seca. Revista Florestal Venezuelana, ano XLII, v. 52, p. 71-76, 2008.
- ANDRADE, E. N. O Eucalipto. São Paulo: Cia. Paulista de Estradas de Ferro. 2ª Edição, 680p. 1961.
- ANGELI, A. Indicações para escolha de espécies de Eucalyptus. Supervisão: BARRICHELO, L. E. G. e Eng. MULLER, P. H. IPEF. 2005. [http://www.ipef.br/identificacao/eucalyptus/indicacoes.a sp](http://www.ipef.br/identificacao/eucalyptus/indicacoes.a%20sp). Acesso em: 18 nov. 2016.
- ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F.; COSTA, S. E. V. G. A. Tópicos em Ciência do Solo. In: Araújo, A. P.; Avelar, B. J. R., (Eds.) Abordagem sistêmica do solo em sistemas integrados de produção agrícola e pecuária no subtropical brasileiro. 8ª ed. Viçosa: UFV, cap. 8, p. 221-278. 2013.
- AYRES, E. C. B.; RIBEIRO, A. E. M. Inovações agroecológicas no nordeste de Minas Gerais: o caso dos sistemas agroflorestais na agricultura familiar do alto Jequitinhonha. Organizações Rurais & Agroindustriais, Lavras, v. 12, n. 3, p. 344-354, 2010.
- BAGGIO, A. J.; SCHREINER, H. G. Análise de um sistema silvipastoril com *Pinus elliottii* e gado de corte. Boletim de Pesquisa Florestal, Curitiba, n. 16, p. 19-29, 1988.
- BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MORAES, A; MARTÍNEZ, G. B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P. R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.46, n.10, p. 1-12, 2011.

BARCELLOS, D. C.; COUTO, L. C.; MULLER, M. D.; COUTO, L. O estado-da-arte da qualidade da madeira de eucalipto para a produção de energia: um enfoque nos tratamentos silviculturais. *Biomassa e Energia*, Viçosa, v. 2, n. 2, p. 141-158, 2005.

BENSON, D. H. Aspects of the ecology of a rare tree species, *Eucalyptus benthamii*, at Bents Basin, Wallacia. *Cunninghamia*, v. 1, n. 3, p. 371-383, 1985.

BENSON, D.; McDOUGALL, L. Ecology of Sydney plant species: part 6 dicotyledon family Myrtaceae. *Cunninghamia*, Sydney, v. 5, n. 4, p. 809-987, 1998.

BERNARDI, C. A. Avaliação de diferentes sistemas de preparo do solo no desenvolvimento inicial de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cabbage na região de Guarapuava, PR. Irati, 46p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, 2010.

BERNARDI, Camila Motta Marin; MACEDO, H. R., PINHEIRO, R. S. B., & FREITAS, M. L. M. Florestas plantadas de eucalipto em sistemas silvipastoris e o impacto da entrada do componente animal. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 9, n. 5, p. 125-132, 2014.

BERNARDINO, F. S. Sistema silvipastoril com eucalipto: produtividade do sub-bosque e desempenho de novilhos sob fertilização nitrogenada e potássica. Viçosa: UFV, 112 p. Tese de Doutorado. 2007.

BERNARDINO; F. S.; GARCIA; R. Sistemas silvipastoris. *Pesquisa Florestal Brasileira*, Colombo, n.60, p.77-87, Edição Especial. dez. 2009.

BOCAGE, I.; ULERY, A. Caracterización anatómica de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cabbage cultivado en Uruguay. In: jornada forestal: visita a ensayos de silvicultura y mejoramiento de pinus y eucaliptos. Colovade. 2005.

BRASIL. Lei Nº 6.902, de 27 de abril de 1981. Dispõe sobre a criação de Estações Ecológicas, Áreas de Proteção Ambiental e dá outras providências. Casa Civil da Presidência da República. Brasília: 1981.

BRASIL. Lei Nº 12.805, de 29 de abril de 2013. Institui a Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta e altera a Lei nº 8.171, de 17 de janeiro de 1991. Casa Civil da Presidência da República. Brasília: DOU de 30.4.2013. 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura: plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério do Desenvolvimento Agrário, coordenação da Casa Civil da Presidência da República. Brasília: MAPA/ACS, 173 p. 2012.

BRONDANI, G. E.; WENDLING, I.; DUTRA, L. F.; GROSSI, F. Propagação Vegetativa de *E. benthamii* x *E. dunnii* por Miniestaquia. Colombo: Embrapa Florestas, 42p. (Embrapa Florestas. Documentos, 183). 2009.

BUTCHER, P. A.; SKINNER, A. K.; GARDINER, C. A. Increased inbreeding and inter-species gene flow in remnant populations of the rare *Eucalyptus benthamii*. *Conservation Genetics*, v. 6, n. 2, p. 213-226, 2005.

CAIXETA, R. P.; TRUGILHO, P. F.; ROSADO, S. C. S.; LIMA, J. T. Propriedades e classificação da madeira aplicada a seleção de genótipos de *Eucalyptus*. *Árvore*, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 23-51, 2003.

CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; XAVIER, D. F. et al. Estabelecimento de sistemas silvipastoris: ênfase em áreas montanhosas e solos de baixa Anais do ZOOTEC'2005 - 24 a 27 de maio de 2005 – Campo Grande-MS fertilidade. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite. (Circular Técnica, 68). 2002.

CARVALHO, M. M.; FREITAS, V. P.; ANDRADE, A.C. Crescimento inicial de cinco gramíneas tropicais em um sub-bosque de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* Benth.). *Past. Trop.*, v.17, p.24-30, 1995.

CARVALHO, P. C. de F.; MORAES, A. de, SILVEIRA PONTES, L. da, ANGHINONI, I., SULC, R. M., BATELLO, C. Definições e terminologias para Sistema Integrado de Produção Agropecuária. *Revista Ciência Agronômica*, v. 45, n. 5, p. 1040-1046, 2014.

CASTRO, C.R.T.; PACIULLO, D.S.C. Boas práticas para a implantação de sistemas silvipastoris. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 6 p. (Embrapa Gado de Leite. Comunicado Técnico, 50). 2006.

CHANG, M.Y. Faxinais no Paraná. Londrina, PR: Instituto Agronômico do Paraná - IAPAR, 26p. 1985.

CORDEIRO, L. A. M., VILELA, L., MARCHÃO, R. L., KLUTHCOUSKI, J., MARTHA-JÚNIOR, G. B. Integração Lavoura-Pecuária e Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: estratégias para intensificação sustentável do uso do solo. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, v. 32, n. 1/2, p. 15-53, 2016.

DA SILVA, L. A. C., & DE LIMA MEIRELLES, P. R. Uso do eucalipto em sistemas integrados de produção animal. *JORNACITEC*, 2. 2013.

DANIEL, O.; COUTO, L. Diagnóstico de Situação e Necessidades para o Desenvolvimento de SAF's em Mato Grosso do Sul. In: seminário "sistemas agroflorestais e desenvolvimento sustentável", 2003, Campo Grande. Anais... Campo Grande: Embrapa Gado de Corte 15 p. 1 CD-ROM, 2001.

DARROW, W. K. Selection of eucalypt species for cold and dry areas in South Africa. In: CRCTHF-IUFRO CONFERENCE, 1995, Hobart. *Eucalypt plantations: improving fibre yield and quality*. Hobart: CRC, 1995. p. 336-338. Disponível em: <<http://www.forestry.crc.org.au/iufro95.htm#theme2>>. Acesso em: 14 jun. 2005.

DE ALMEIDA, R. G.; MACEDO, M. C. M.; ALVES, F. V. Integración de sistemas de cultivo-ganadería-forestal con énfasis en la producción de carne. Universidad Nacional de Colombia, Medellin, II Congreso Colombiano y 1er Seminario Internacional Silvopastoreo, 2012.

DIAS-FILHO, M. B. Sistemas silvipastoris na recuperação de pastagens tropicais degradadas. In: GONZAGA NETO, S.; COSTA, R. G.; PIMENTA FILHO, E. C.; CASTRO, J. M. C. Simpósio a reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, 43. João Pessoa. Anais... João Pessoa: SBZ: UFPB, 2006 (Suplemento especial da Revista Brasileira de Zootecnia, v. 35). p. 535-553. 2006.

EMBRAPA. Adoção e Adoção de ILPF chega a 11,5 milhões de hectares. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/17755008/adocao-de-ilpf-chega-a-115-milhoes-de-hectares?link=agencia>>. Acesso em: 04 nov. 2016.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas, Curitiba, PR. Zoneamento ecológico para plantios florestais no estado de Santa Catarina, por Antonio Aparecido Carpanezzi e outros. Curitiba, EMBRAPA CNPF, 113 p. (EMBRAPA-CNPF. Documentos, 21). 1988.

FAO - *Food and Agriculture Organization Of The United Nations*. El eucalipto em La repoblación forestal. Roma: Organización de Las Naciones Unidas Para La Agricultura y La Alimentación, p. 723. 1981.

FAO, FLD, IPGRI. Forest genetic resources conservation and management. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 94 p. 2004.

FARREL, J. G.; ALTIERI, M. Sistemas agroflorestais. In: Altieri, M. Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável. 3 Ed. São Paulo, Rio de Janeiro: Expressão Popular. AS- APTA. p. 281-304, 2012.

FOELKEL, C. E. B.; BARRICHELO, L. E. G.; MILANEZ, A. F. Estudo comparativo das madeiras de *Eucalyptus saligna*, *E. paniculata*, *E. citriodora*, *E. maculata* e *E. tereticornis* para a produção de celulose sulfato. IPEF, Piracicaba, n. 10, p. 17-37, 1975.

GALZERANO, L.; MORGADO, E. Eucalipto em sistemas agrossilvipastoris. Revista Eletrônica de Veterinária, Garça-SP v. 9, n. 3, 2008.

GARCIA, R.; COUTO, L.; ANDRADE, C. M. S.; TSUKAMOTO FILHO, A. de A. Sistemas silvipastoris na região sudeste: A experiência da CMM. Texto da palestra apresentada no Seminário "Sistemas Agroflorestais e Desenvolvimento Sustentável" - Campo Grande MS, 2003. <http://saf.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/22.pdf>>. Acesso em 18 Nov. 2016.

GLASER, F.D., 2008. Aspectos comportamentais de bovinos das raças Angus, Caracu e Nelore a pasto frente à disponibilidade de recursos de sombra e água para imersão. 117 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade de São Paulo (USP), Pirassununga. 2008.

GRAÇA, M. E. C.; SHIMIZU, J. Y.; TAVARES, F. R. Capacidade de rebrota e de enraizamento de *Eucalyptus benthamii*. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n. 39, p. 135-138, 1999.

HIGA, A. R.; CARVALHO, P. E. R. Sobrevivência e crescimento de doze espécies de eucalipto em Dois Vizinhos, Paraná. Silvicultura, São Paulo, v. 2, n. 42, p. 459-461, 1990.

HIGA, R. C. V. Aspectos ecológicos e silviculturais do *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cabbage. Boletim de Pesquisa Florestal; 38: 121-123. 1999.

HIGA, R. C. V.; MORA, A. L.; HIGA, A. R. Plantio de eucalipto na pequena propriedade rural. Colombo: Embrapa Florestas, 31p. (Embrapa Florestas. Documentos, 54). 2000a.

HIGA, R. C. V.; PEREIRA, J. C. D. Usos Potenciais do *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cabbage. Colombo: Embrapa Florestas, (Embrapa Florestas. Comunicado Técnico, 100). 2003.

HIGA, R. C. V.; WREGGE, M. S.; HIGA, A. R.; SANTOS, G. A. Considerações sobre exigências climáticas de *Eucalyptus benthamii*. In: SILVA, Luciana Duque; HIGA, Antonio Rioyei; SANTOS, Glêison Augusto dos (Coord.). Silvicultura e melhoramento genético de *Eucalyptus benthamii*. Curitiba, PR: Fupef, Cap. 1. p. 11-19. 2012.

HIGASHI, E. N.; SILVEIRA, R. L. V. de A.; GONÇALVES, A. N. Propagação vegetativa de *Eucalyptus*: princípios básicos e a sua evolução no Brasil. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - IPEF, 11 p. (Circular Técnica IPEF, 192). 2000.

IBÁ (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES). Relatório Anual Ibá 2014. Brasília: 100 p., 2014.

IBÁ (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES). Relatório Anual Ibá 2016. Brasília: 100 p., 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Pesquisa pecuária municipal. 2006. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 18 nov 2016.

JAEGER, P.; ZIGER, M. Avaliação das propriedades mecânicas de painéis JANKOWSKY, I. P.; SANTOS, G. R. V.; ANDRADE, A. Secagem da madeira serrada de eucalipto. In: Jornadas Florestais de Entre Rios, 15., 2000, Concordia. Anais... Concordia: [S. I.], p. C2-1-C2-13. 2000.

JOVANOVIC, T.; BOOTH, T. H. Improved species climatic profiles. Australia: Union Offset Printing: Joint Venture Agroforestry Program, Rural Industries Research and Development Corporation, 68 p. 2002.

LIMA, E. A. de; SILVA, H. D da; LAVORANTI, O. J. Caracterização dendroenergética de árvores de *Eucalyptus benthamii*. Pesq. flor. bras., Colombo, v. 31, n. 65, p. 09-17, 2011.

LIMA, E. A. de; SILVA, H. D da; TUSSOLINI, E. L. Potencial do *Eucalyptus benthamii* para produção de carvão em fornos convencionais. Colombo: Embrapa Florestas, 4p. (Embrapa Florestas. Comunicado Técnico, 305). 2012.

LIMA, I. L. Influência do desbaste e da adubação na qualidade da madeira serrada de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden. 137 f. Tese (Doutor em Recursos Florestais) – Universidade de Sao Paulo, Piracicaba, 2005.

LOBAO, S. M.; LUCIA, R. M. D.; MOREIRA, M. S. S.; GOMES, A. Caracterização das propriedades físico-mecânicas da madeira de eucalipto com diferentes densidades. *Árvore*, Viçosa, v. 28, n. 6, p. 889-894, 2004.

MACEDO, R.L.G.; VALE, A.B.; VENTURIN, N. Eucalipto em sistemas agroflorestais. Lavras: UFLA, 331p. 2010.

MARCHIORI, J. N. C.; SOBRAL, M. Dendrologia das Angiospermas: Myrtales. Santa Maria: Editora UFSM, 304 p. 1997.

MARTHA JUNIOR, G. B.; VILELA, L. Efeito poupa-terra de sistemas de integração lavoura-pecuária. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2009. 4 p. (Embrapa Cerrados. Comunicado Técnico, 164). Disponível em <http://bbeletronica.cpac.embrapa.br/versaomodelo/html/2009/comtec/comtec_164.shtml>. Acesso em: 05/de abr de 2017.

MARTIN, G. O. Mantenga la sombra en sus potreros y reduzca el estrés animal. *Revista Producción*. 2002. Disponível em <<http://www.ecampo.com/sections/news/print.php/uuid.582F356F-2996-417A-8D93D1A411F549BD>>. Acesso em: 18 de Nov. de 2016.

MARTINS, J. L.; SILVA, I. J. O. S.; FAGNANI, M. A. et al. Avaliação da qualidade térmica do sombreamento natural de algumas espécies arbóreas, em condição de pastagem. In: SBZ. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 39, Recife. CD-ROM. SBZ, 2002

MEDRADO, M. J. S. M.; SILVA, V. P. da.; DERETI, R. M., FONSECA, L.R. da; MAIER, T. F.; PINTON, A. L. M. Danos provocados em eucalipto por bovinos criados em sistema silvipastoril no município de Cruzmaltina, PR. Comunicado Técnico 243. ISSN 1517-5030. Colombo, PR. 2009.

MELOTTO, A.M.; LAURA, V.A.; BUNGENSTAB, D. J. O componente florestal em sistemas de produção em integração. In: BUNGENSTAB, D. J. (Ed.). *Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável*. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, p. 37-51. 2011.

MENDOZA, L. Notes on *Eucalyptus benthamii* in Argentina. In: COLLOQUES INTERNACIONAL SUR LES EUCALYPTUS RESISTANTS AU FROID, 1983, Bordeaux. Annales... Bordeaux: IUFRO, p. 480. 1983.

MILLER, T. Cattle and Trees thriving together. *New Zealand Journal Agricultural*, p. 53-55, 1975.

MIRANDA, M. D. A.; NAHUZ, M. A. R. Estudo da influencia do espaçamento de plantio de *Eucalyptus saligna* nos índices de rachamento apos o desdobro e apos a secagem. *Scientia Florestalis*, n. 55, p. 107-116, 1999.

MORA, A. L.; GARCIA, C. H. A cultura do eucalipto no Brasil. São Paulo: SBS, 2000.

MORAES, A.; CARVALHO, P. C. F.; BARRO, R. S.; LUSTOSA, S. B. C.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; REISENDORF-LANG, C.. Perspectivas da pesquisa em sistemas integrados de produção agrícola e pecuária no Brasil e os novos desafios. In: ANAIS

REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. Brasília, DF, 2012.

MORAES NETO, S. P.; PULROLNIK, K.; VILELA, L.; MUNHOZ, D. J. de M.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; MARCHÃO, R. L. Modelos hipsométricos para *Eucalyptus cloeziana* e *Eucalyptus uruphilla* x *Eucalyptus grandis* em sistema Agrossilvipastoril. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 286, 2010.

MOTT, G. O.; LUCAS, H. L. The design, conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 6, 1952, Pennsylvania. Proceedings..., Pennsylvania, p. 1380 – 1385. 1952.

MOURA, V. P. G.; GUIMARAES, D. P. Produção de mudas de *Eucalyptus* para o estabelecimento de plantios florestais. Brasília: Embrapa, 9 p. (Embrapa, Comunicado Técnico, 85). 2003.

MÜLLER, B.V. Efeito de sistemas de desdobro na qualidade e rendimento de madeira serrada de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cabbage. Curitiba, 119p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, 2013.

NAIR, P.K.R. An Introduction to Agroforestry. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands. 499 p. 1993.

NAIR, P. K. R. Carbons sequestration studies in agroforestry systems. Agroforest Systems. v.86, n.2, p.243-253, 2012.

NICODEMO, M.L.F.; SILVA, V.P.; THIAGO, L.R.L.S.; LAURA, V.A. Sistemas silvipastoris: introdução de árvores na pecuária do Centro-Oeste brasileiro. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 37 p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 146). 2004.

NISGOSKI, S.; MUÑIZ, G. I. B. de.; KLOCK, U. Caracterização anatômica da madeira de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cabbage. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 8, n. 1, p. 67-76, 1998.

OECD/FAO (ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT / FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS). OECD-FAO Agricultural Outlook 2012-2021. OECD Publishing and FAO. 2012.

OLIVEIRA NETO, S. N. de; VALE, A. B. do; NACIF, A. de P.; VILAR, M. B.; ASSIS, J. B. de. Sistema Agrossilvipastoril: lavoura, pecuária e floresta. Viçosa-MG, Sociedade de Investigações Florestais, 190 p. 2010.

OLIVEIRA NETO, S. N., PAIVA, H.N. Implantação e manejo do componente arbóreo em sistema agrossilvipastoril. In: Oliveira Neto, S. N., Vale, A.B., Nacif, A.P., Vilar, M.B., Assis, J.B. (Ed.). Sistema agrossilvipastoril: integração lavoura, pecuária e floresta. Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais, p.15-68, 2010.

ONU, População mundial deve atingir 9,6 bilhões em 2050. Disponível em: <http://www.onu.org.br/populacao-mundialdeve-atingir-96-bilhoes-em-2050-diz-novo-relatorioda-onu/>. 2013. Acesso em: 18 de nov. de 2013.

PALUDZYSZYN FILHO, E.; SANTOS, P. E. T. Considerações sobre o plantio de *Eucalyptus dunnii* no estado do Paraná. Colombo: Embrapa Florestas, 7p. (Embrapa Florestas. Comunicado Técnico, 141). 2005.

PALUDZYSZYN FILHO, E.; SANTOS, P. E. T. dos; FERREIRA, C. A. Eucaliptos indicados para plantio no estado do Paraná. Colombo: Embrapa Florestas - CNPF, 45 p. (Documentos, 129). 2006.

PARANÁ. Decreto Nº 1.753, de 06 de maio de 1996. Instituída a Área de Proteção Ambiental na área de manancial da bacia hidrográfica do Rio Iraí, denominada APA Estadual do Iraí. Curitiba. Diário Oficial Nº 4.750. 1996.

PEREIRA, J. C. D.; SCHAÍTZA, E. G; SHIMIZU, J. Características físicas, químicas e rendimentos da destilação seca da madeira de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage. Colombo: Embrapa Florestas, 4p. (Embrapa Florestas. Circular Técnica, 50). 2001.

PEREIRA, J. C. D.; STURION, J. A.; HIGA, A. R.; HIGA, R. C. V.; SHIMIZU, J. Características da madeira de algumas Espécies de eucalipto plantadas no Brasil. Colombo: Embrapa Florestas, 113p. (Embrapa Florestas. Documentos, 38). 2000.

PONCE, R. H. Madeira serrada de eucalipto: desafios e perspectivas. In: Seminário Internacional de Utilização da Madeira de Eucalipto para Serraria. São Paulo, p. 50-58. 1995.

POPAY, I.; FIELD, R. Grazing animals as weed control agents. *Weed Technology*, v. 10, n.1, p.217-231, 1996.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Ecologia e manejo em sistema silvipastoril. In: FERNANDES, E.N. *et al.* (Ed.). *Sistemas agrossilvipastoris na América do Sul: desafios e potencialidades*. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, p. 51-67, 2007b.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. MORAES, A. Sistemas silvipastoris: fundamentos para a implantação. In: Pires, A. V. (Ed.). *Bovinocultura de corte*, Piracicaba: FEALQ, v. 2, p. 1421-1461. 2010.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Sistema silvipastoril para a produção de carne. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 2006, Piracicaba. *As pastagens e o meio ambiente: anais*. Piracicaba: FEALQ, p. 297-327. 2006.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MEDRADO, M. J. S.; NICODEMO, M. L. F; DERETI, R. M. Arborização de Pastagens com Espécies Florestais Madeiras: implantação e manejo. Colombo, Embrapa Florestas, 48 p. 2010.

PORFIRIO-DA-SILVA, V.; MORAES, A. de; MOLETTA, J.L., PONTES, L.S.; OLIVEIRA, E.B. de; PELISSARI, A.; CARVALHO, P.C.F. de. Danos causados por bovinos em diferentes espécies arbóreas recomendadas para sistemas silvipastoris. *Pesquisa Florestal Brasileira* 32:67–76, 2012.

PORFIRIO-DA-SILVA, V. A integração da lavoura-pecuária-floresta. Opiniões, ano 12, n. 40, p. 6-7, jun./ago. Editorial especial. 2015.

PORFIRIO-DA-SILVA, V. O sistema silvipastoril no Paraná: uma sinopse. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO ANIMAL A PASTO, 3., 2015, Maringá. Anais. Maringá: Sthampa, p. 253-272. 2015.

PRYOR, L. D. Australian endangered species: *Eucalyptus*. Canberra: Commonwealth of Australia. 139 p. 1981.

PRYOR, L. D.; JOHNSON, L. A. S. A classification of the eucalypts. Canberra: Australian National University, 1971.

PULROLNIK, K.; VILELA, L.; MORAES NETO, S. P. de; MARCHÃO, R. L.; GUIMARÃES JÚNIOR, R. Desenvolvimento Inicial de Espécies Arbóreas no Sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento – 276). 17p. 2010.

ROATH, R.L., KRUEGER, W.C. Cattle Grazing and Behavior on a Forested Range. Journal of Range Management, Denver, v.35, n.3, p.332-338, 1982.

ROCHA, M. P. *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus dunnii* Maiden como Fontes de Matéria Prima para Serrarias. 185 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

RODRIGUES, R. A. D. Variabilidade de propriedades físico-mecânicas em lotes de madeira serrada de eucalipto para a construção civil. 75 f. Dissertação (Mestre em Recursos Florestais) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

ROZAS MELLADO, E. C. E. Contribuição ao desenvolvimento tecnológico para a utilização de madeira serrada de *Eucalyptus grandis* (Hill Ex Maiden) na geração de produtos com maior valor agregado. 133 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1993.

SANTOS, A. F. dos; AUER, C. G.; GRIGOLETTI JÚNIOR, A. Doenças do eucalipto no sul do Brasil: identificação e controle. Colombo: EMBRAPA- CNPF. Circular Técnica 45, 20 p. 2001.

SCHREINER, H.G. Viabilidade de um sistema silvipastoril em solos de areia quartzosa no Estado de São Paulo. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, v. 17. p. 33-38. 1988.

SCHREINER, H.G. Relatório de consultoria técnica em agrossilvicultura. Contrante: Centro Nacional de Pesquisa de Florestas/EMBRAPA. 76p. 1994.

SERPE, Edson Luis. Efeitos de diferentes dosagens de adubação no crescimento inicial de *Eucalyptus benthamii* na região sul do estado do Paraná -- Irati, PR : [s.n], 82f. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, área de concentração em Manejo Florestal. UNICENTRO. 2015.

SILVA, I. C. Sistemas agroflorestais: conceitos e métodos. 1 ed. – Itabuna: SBSAF. 308 p., 2013.

SILVA, L.L.G.G.; RESENDE, A.S.; DIAS, P.F.; SOUTO, S.M. et al. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em sistema silvipastoril. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 28 p. (Embrapa Agrobiologia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 33). 2008b.

SNIF (SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES FLORESTAIS). As florestas plantadas. <http://www.florestal.gov.br/snif/recursos-florestais/asflorestas-plantadas>. Acesso em: 15 Out. 2016.

SOUZA, A. N.; OLIVEIRA, A. D.; SCOLFORO, J. R. S.; REZENDE, J. L. P.; MELLO, J. M. Viabilidade econômica de um sistema agroflorestal. *Cerne*, Lavras, v. 13, n. 1, p. 96-106, 2007.

STAHL, J.; LAZZAROTTI, G.; NAMIKAMA, I. S.; CHAVES, D. M.; MOREIRA, A. M.; MENDES, C. J.; PUCCI, J. A. Silvicultura de *Eucalyptus benthamii* na Klabin S/A. In: SILVA, L. D.; HIGA, A. R.; SANTOS, G. A. dos S. (Coor.). Silvicultura e melhoramento genético de *Eucalyptus benthamii*. Curitiba, PR: Fupef, Cap. 6. p. 105-121. 2012.

STRASSBURG, B. B., LATAWIEC, A. E., BARIONI, L. G., NOBRE, C. A., PORFÍRIO-DA-SILVA, V., VALENTIM, J. F. & ASSAD, E. D. When enough should be enough: Improving the use of current agricultural lands could meet production demands and spare natural habitats in Brazil. *Global Environmental Change*, 28, 84-97, 2014.

SUGAMOSTO, M. L. Uso de técnicas de geoprocessamento para elaboração do mapa de aptidão agrícola e avaliação da adequação de uso do centro de estações experimentais do Cangüiri, município de Pinhais - Paraná. 149f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Paraná. 2002.

TRECENTI, R.; OLIVEIRA, M. C.; HASS, G. Integração Lavoura-Pecuária-Silvicultura. Brasília: MAPA, (Boletim Técnico). 54 p. 2008.

UTIMA, A.Y. Crescimento e rendimento dos componentes agrícola e arbóreo de um sistema integrado de produção agropecuária no ano de implantação em uma área de proteção ambiental. Curitiba, 73p. Dissertação (Mestrado em Agronomia e Produção Vegetal) - Universidade Federal do Paraná, 2015.

VENTURIN, R. P.; GUERRA, A. R.; MACEDO, R. L. G.; VENTURIN, N.; MESQUITA, H. A. Sistemas agrosilvipastoris: origem, modalidades e modelos de implantação. In: Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 31, n. 257, p. 16-24. 2010.

VILELA, L; MARTHA-JÚNIOR, G. B.; MARCHÃO, R. L. Integração lavoura-pecuária-floresta: alternativa para intensificação do uso da terra. *Revista UFG/Dezembro*, p. 92-99, 2012.

VITTI, A. M. S.; BRITO, J. O. Óleo essencial de eucalipto. Documentos Florestais Nº 17, ESALQ/USP. 2003.

3 CAPÍTULO 2 - DANOS CAUSADOS POR BOVINOS EM ÁRVORES DE *Eucalyptus benthamii* EM SISTEMAS SILVIPASTORIS

RESUMO

Sistemas silvipastoris estão sendo adotados no Brasil, inclusive apoiados por políticas públicas, como o programa do governo federal "Agricultura de Baixo Carbono" (MAPA/ACS, 2012). Estes sistemas integram diversificação, geração de renda e proteção ambiental. No entanto, danos causados em árvores pela presença de bovinos pode ser um problema que impossibilita o alcance de vantagens tecnológicas, quanto de perdas econômicas pelo uso do componente arbóreo. As causas desses danos não são precisamente conhecidas e poucas alternativas estão disponíveis para prevenir ou reduzi-los. O estudo teve como objetivo avaliar o efeito da desrama no descascamento do tronco das árvores de *Eucalyptus benthamii* aos 26 meses de idade e os danos causados pela presença dos animais em um sistema silvipastoril em experimento na Fazenda Experimental Canguiri – UFPR, localizada em Área de Proteção Ambiental do Rio Iraí (APA do Iraí), em Pinhais, PR, Brasil. Seis tipos e cinco intensidades de danos foram caracterizados. Houve diferenças significativas entre os tratamentos com desrama (CD) e sem desrama (SD) para os diferentes tipos de danos. No tratamento SD todas as árvores apresentaram danos enquanto que no tratamento CD em cerca de 16% das árvores não foram verificados danos. Danos de maiores intensidades, portanto de maior importância para o desenvolvimento das árvores, foram registrados no tratamento SD, onde o dano de classe dois (d2= dano médio) foi de aproximadamente 85% das árvores. A prática silvicultural da desrama das árvores do *Eucalyptus benthamii* não afetou o crescimento do DAP e altura total das árvores, mostrando ser eficiente na produção de madeira de qualidade (sem nós).

Palavras Chave: Sistema Pecuária Floresta, Herbivoria, Desrama, Madeira

ABSTRACT

Supported by public policies, such as the federal government's "Low Carbon Agriculture" program (MAPA/ACS, 2012) Integrated crop livestock systems have been increasingly adopted in Brazil. These systems integrate agriculture production

diversification, income generation and environmental protection. However, damage on trees caused by presence of cattle can be a difficulty that makes it impracticable to reach technological advantages may causing economic losses. As the causes of these damages are not precisely known and few alternatives are available to prevent or reduce that sort of damages, the present study aimed to evaluate the effect of pruning on the trunk stripping of *Eucalyptus benthamii* trees at 26 months of age and the damages caused by the presence of the animals in the agricultural system. Six types and five damage intensities were characterized. There were significant differences between the treatments with pruning (CD) and without pruning (CD) for the different types of damages. In the SD treatment, all the trees presented damage whereas in the CD treatment about 16% of the trees have no damage. Damages of higher intensities, therefore of greater importance for trees development, were recorded in the SD treatment, where class two damage (d2 = average damage) was approximately 85%. The silvicultural practice of pruning *Eucalyptus benthamii* trees have not affected the growth of DAP and total height of the trees, demonstrating that such practice is efficient on the production of quality wood (without knots).

Key words: Crop Livestock Systems, Herbivory, Pruning, Wood.

3.1 INTRODUÇÃO

Os sistemas silvipastoris (SSP) representam uma tecnologia de uso da terra que pode incrementar a biodiversidade e a sustentabilidade nos agroecossistemas quando comparados a quaisquer monocultivos (BERNARDINO & GARCIA, 2009), pois a integração entre componentes pecuário (pastagens e gado) e florestal é uma alternativa para incorporar a produção de madeira ao empreendimento pecuário, reunindo as vantagens econômicas que cada sistema tem em separado, ou seja, o rápido retorno da atividade pecuária e as características favoráveis do mercado de produtos florestais madeireiros (PORFÍRIO DA SILVA et al., 2010).

O interesse pelos sistemas silvipastoris e agrossilvipastoris vem aumentando de forma significativa em todo país. Práticas de integração da pecuária e silvicultura já aparecem como programas de pesquisa e extensão de órgãos governamentais como o programa do governo federal do Brasil "Agricultura de Baixo Carbono - programa ABC" criado no ano de 2010 e o projeto "Integra SP" do Estado de São Paulo, criado em 2013.

O sistema silvipastoril é uma estratégia que integra a produção pecuária e a produção de madeira na mesma área. A associação de árvores, adequadamente manejadas, com pastagens pode fornecer uma fonte extra de renda para o pecuarista, melhorar a proteção do ambiente, melhorar as condições para o bem estar animal e aumentar a fertilidade do solo e a produção de pastagem (CARVALHO et al., 2002; DIAS et al., 2007; BERNARDINO & GARCIA, 2009; PORFIRIO-DA-SILVA et al., 2010).

Os SSP têm-se mostrado viáveis para suprir a demanda de produtos derivados da madeira, trazendo receitas adicionais, no entanto, não deve ser esperada produtividade máxima dos componentes desses sistemas, mas a sustentabilidade do ecossistema como um todo (BERNARDI et al., 2014).

O estabelecimento das mudas arbóreas em meio à pastagem é uma fase crítica, necessita de cuidados específicos uma vez que qualquer dano, causado nessa fase do desenvolvimento das árvores, pode comprometer o sucesso do sistema (PORFIRIO-DA-SILVA et al. 2009; GARRET et al., 2004; LEHMKUHLER et al. 2003). Porém, mesmo depois que as árvores crescem o suficiente para suportar a presença do gado, danos à casca das árvores ainda podem ser causados pelos bovinos (MEDRADO et al., 2009; PORFIRIO-DA-SILVA et al., 2012; GUERREIRO et al., 2015). O dano na casca do tronco das árvores tem como consequência a depreciação da qualidade da madeira e ainda pode provocar a morte de árvores. Os fatores ou causas para a remoção da casca de eucalipto pelos bovinos são em grande parte desconhecidos. Entre as hipóteses sugeridas para explicar este tipo de comportamento estaria o desequilíbrio nutricional, compreendendo desde minerais, proteína e energia, até a concentração e qualidade de fibras ingeridas (MALAFAIA et al., 2011; GILL, 1992); aspectos como a presença de endoparasitas (SAINT-ANDRIEUX et al., 2009; VILLALBA et al., 2013; VILLALBA et al., 2014) ; e, também aspectos comportamentais de origem de aprendizado (WEMELSFELDER, 1984; BERRIDGE & KRINGELBACH 2008) e/ou de estresse (MASON et al., 2007; ANDERSON et al., 1985).

Conforme Ralphs & Provenza (1999), os animais em um rebanho ao observarem que outro ingere uma determinada comida, tal situação pode induzir que outros animais também façam o mesmo; então, se não houver nenhum efeito adverso, todos os animais vão continuar a comer o novo alimento. Quando da ingestão de uma planta ou partes de uma, o animal desenvolve uma reação de

ingestão ou aversão, o que permite que os herbívoros possam diferenciar os alimentos de modo a otimizar a sua ingestão de nutrientes e toxinas (WESTOBY, 1974; PROVENZA et al., 2003).

Nolte (2003) considera ainda que o número e densidade de animais, a disponibilidade de alternativas de alimentos, além da pastagem e das árvores e a palatabilidade das árvores em relação à fonte alternativa de alimento, poderiam ser fatores que levam o gado a ingerir folhas, ramos e/ou cascas de árvores.

Por outro lado, Medrado et al. (2009), sugerem que o manejo equivocado e a má nutrição das árvores possam causar desequilíbrios na composição química da casca que, além de doenças que afetam a própria, podem ser a causa que levariam o gado a ingerir cascas e causar o dano no tronco das árvores. Lesões no tronco, inclusive aquelas provocadas por doenças, provocam a exsudação e deposição de fotoassimilados derivados dos tecidos parenquimáticos para cicatrizar a lesão (ROMERO, 2006), o que podem aumentar a atratividade para os animais (PORFÍRIO-DA-SILVA, et al., 2012).

A desrama é uma prática silvicultural recomendada para a produção de madeira de toras e para a mitigação da competição por luz causada pelas copas das árvores. No entanto, a desrama causa ferimentos que exsudam fotoassimilados e poderia tornar mais atrativa a casca do tronco das árvores; por outro lado, Gill (1992) considera que a ausência de desrama, ao manter os galhos e ramos mais baixos poderia exercer alguma dificuldade para o animal acessar a casca do tronco.

Esta afirmação encorajou a hipótese de que a desrama poderia aumentar o risco de descascamento pelo gado. Por outro lado, a desrama foi sugerida para reduzir o ramoneio, bem como para evitar a quebra de ramos e galhos (PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 2012) em sistemas silvopastorais, já que a quebra de galhos/ramos pode causar ferimentos que permitem a entrada de organismos patogênicos e a formação de 'nó solto' que deprecia a qualidade da madeira.

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da desrama no descascamento ocasionado por bovinos em um sistema silvipastoril com *Eucalyptus benthamii* aos 26 meses de idade.

3.2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento faz parte do projeto desenvolvido pelo Núcleo de Inovação Tecnológica em Agropecuária (NITA), localizado na Fazenda Experimental Canguiri (25°23'30"S; 49°07'30" W) pertencente à Universidade Federal do Paraná, localizada no município de Pinhais-PR, com uma altitude média de 920 m. A Fazenda está localizada dentro da Área de Proteção Ambiental (APA) do Rio Iraí (Decreto Estadual nº 1.735/96), as margens da represa do Iraí.

O clima da região, segundo Koppen, é classificado como Cfb (temperado, úmido e com verão temperado), caracterizado por apresentar precipitação média anual de 1400 mm, temperatura mínima média de 12,5°C e temperatura máxima média de 22,5°C, estando sujeito a geadas severas (IAPAR, 2000).

Segundo o mapeamento de solos, são encontradas nesta área as classes Cambissolo Háplico, Latossolo Vermelho e Latossolo Vermelho-Amarelo (SUGAMOSTO, 2002).

O experimento do NITA possui quatro tratamentos: T1- sistema pecuária-floresta (PF); T2- sistema lavoura-pecuária-floresta (LPF); T3- sistema lavoura-floresta (LF), com metade da área semeada com milho e a outra metade com girassol, e T4- floresta em monocultivo (FM). O delineamento experimental é blocos ao acaso com três repetições (piquetes), constituídos por parcelas com áreas de no mínimo 1,3 hectare e no máximo 2,2 hectares nos tratamentos PF, LPF, LF e 0,3 a 0,5 hectare no tratamento FM. Para o presente estudo foram utilizadas áreas de tratamentos que tinham o componente Pecuária.

A implantação do experimento iniciou-se em 2012 com os trabalhos de preparo convencional do solo sendo aração profunda com arado de aivecas e posterior gradeação (junho e julho); correção do solo com lodo de esgoto tratado pelo processo N VIRO[®] (julho/agosto); semeadura de aveia preta (*Avena strigosa* cv IAPAR 61) com uma taxa de semeadura de 80 kg.ha⁻¹ para cobertura do solo e, aplicando-se 450 kg.ha⁻¹ de superfosfato simples na linha.

Em janeiro e fevereiro de 2013 foi efetuado o preparo convencional do solo para semeadura da pastagem perene de verão (*Megathyrus maximus* - cv Aries). A semeadura do *Megathyrus maximus* foi feita em linhas (16 kg.ha⁻¹) e aplicados 350 kg.ha⁻¹ de superfosfato simples na linha, mais 800 kg.ha⁻¹ de cloreto de amônio.

Durante o estabelecimento da pastagem foram executadas três roçadas para reduzir a pressão competitiva das plantas daninhas.

Em setembro de 2013, efetuou-se a demarcação das linhas de árvores, sendo o plantio das mudas seminais de *Eucalyptus benthamii*, realizado em outubro de 2013. A escolha desta espécie foi principalmente devido a mesma ser resistente a geadas e a finalidade é obtenção de toras para serrarias e laminadoras ao final do ciclo de 20 anos.

Os eucaliptos foram implantados em linhas simples com espaçamento deentre elas de 14 m entre linhas e de 2 m entre plantas, visando obter uma densidade inicial de aproximadamente 357 árvores por hectare, plantadas em curvas de nível visando a conservação do solo e da água, o controle da erosão, a melhoria do conforto térmico dos animais e a amenização das trilhas feitas pelo caminhamento animal no sentido da pendente do terreno (PORFIRIO-DA-SILVA et al., 2010).

O plantio foi realizado manualmente com auxílio de um sachô após subsolagem na profundidade de 40 cm na linha de plantio. Cada muda recebeu 250 ml de solução hidrogel Hidroplan-EB®/HyB, conforme recomendação do fabricante, e em duas covetas laterais (a 15 cm de distância da muda e a 15 cm de profundidade) 200 g de NPK (08-20-20) contendo 1% de cálcio (Ca) e 3% de enxofre (S).

A adubação do sistema de produção foi baseada nas análises de solos.

No primeiro ano (2013), os fertilizantes foram aplicados em duas etapas: a primeira no mês de setembro, utilizando-se 450 kg.ha^{-1} de superfosfato simples e 400 kg.ha^{-1} da formulação NPK 25:0:25, a segunda, no mês de outubro, aplicando-se 200 kg.ha^{-1} de uréia em cobertura.

Em 2014, os fertilizantes foram aplicados em três etapas: a primeira, na 2ª quinzena de maio, após o plantio das pastagens de inverno (aveia), utilizando-se 600 kg.ha^{-1} de fostato natural, 200 kg.ha^{-1} cloreto de potássio e 200 kg.ha^{-1} de uréia; a segunda no mês de setembro utilizando-se 450 kg.ha^{-1} de superfosfato simples e a terceira no mês de novembro, com aplicação de 450 kg.ha^{-1} de uréia em cobertura.

Em 2015, os fertilizantes foram aplicados em duas etapas: a primeira, na 2ª quinzena de maio após o plantio das pastagens de inverno (aveia), utilizando-se 300 kg.ha^{-1} de fostato natural, 100 kg.ha^{-1} cloreto de potássio e 300 kg.ha^{-1} de uréia; a segunda aplicando-se 200 kg.ha^{-1} de uréia no final de dezembro em cobertura.

Sendo em área de APA, onde não é permitida utilização de herbicidas, o controle de plantas daninhas foi realizado manualmente por meio de arranquio, do uso de enxadas e de roçadeira costal motorizada durante os primeiros 120 dias após plantio das mudas. No processo de implantação das árvores foi necessário o replantio de aproximadamente 20% das árvores do experimento.

O controle de formigas cortadeiras foi feito com a aplicação da pasta Formifu® em todas as mudas após quinze dias do plantio. Também foi utilizado casca de laranja que semanalmente eram distribuídas em pontos estratégicos da área e na sua periferia para atrair as formigas e localizar seus ninhos, que eram destruídos mecanicamente.

Em julho de 2015, quando o DAP médio das árvores já tinha ultrapassado 6 cm diâmetro, considerado como a dimensão mínima necessária para suportar a presença do gado sem quebrar o tronco da árvore (MEDRADO et al., 2009; PORFIRIO-DA-SILVA et al., 2012), foi realizada a primeira desrama das árvores com a retirada dos ramos até a metade das respectivas alturas de cada árvore.

A entrada dos animais no experimento ocorreu aos 26 meses de idade das árvores (dezembro de 2015), ocasião que as árvores tinham um DAP médio de 10,41 cm.

A área do experimento de 4,8 hectares foi dividida em três piquetes, abrangendo de 1,3 a 1,8 ha cada (Figura 4), mediante o emprego de cerca elétrica. Em todos os piquetes os animais tinham a disposição água e sal mineralizado à vontade.

Os animais utilizados não possuíam raça definida, com peso vivo médio de 285 kg (\pm 54 kg) e idade variando de 01 a 03 anos. Foram distribuídos nos piquetes considerando-se o peso médio, de forma a manter a carga animal proporcional a área dos piquetes.

O pastejo foi iniciado em 27/11/2015 e finalizado em 13/04/2016, totalizando 138 dias. Foi manejado sob pastejo com lotação contínua com carga animal variável (MOTT & LUCAS, 1952), mantendo-se o pasto com altura média de 28 cm (\pm 5 cm).

Nas árvores, antes da entrada dos animais e na saída dos mesmos, foi efetuado o inventário sistemático de 10%, medindo-se o diâmetro à altura do peito (DAP) e altura total, no início e final do pastejo. Em cada piquete, foi também demarcada uma parcela com 20 árvores, nas quais foram instaladas cintas dendrométricas para acompanhamento do incremento mensal.

FIGURA 4 – DISTRIBUIÇÃO DO *E. benthamii* NA ÁREA EXPERIMENTAL DA FAZENDA CANGUIRI – UFPR, PINHAIS-PR, 2015.



FONTE: o autor (2017), adaptado do *Google Earth*.

O DAP médio e a altura média destas árvores em dezembro de 2015, aos 26 meses de idade, foram respectivamente: 10,23 cm e 9,37 m no tratamento sem desrama (SD) e 10,59 cm e 9,15 m no tratamento com desrama (CD).

Os danos causados pela presença do gado sobre as árvores foram avaliados no final do período de pastejo (abril de 2016). Para a avaliação dos danos, utilizou-se a metodologia descrita por Porfírio-da-Silva et al. (2012). Os danos causados pelos animais foram tipificados em função das partes danificadas (incidência) na planta afetada: Tq = quebra da haste principal ou tronco; Gq = quebra de galhos/ramos secundários; Rq = quebra de ramos finos e forrageamento de folhas, ou ramoneio; TI = lesão do tronco alcançando o lenho pela retirada do tecido cambial; CI = lesão de casca, sem alcançar o câmbio; e, DI = lesão maior do que 5 cm de diâmetro.

Foi estabelecido um sistema de pesos e nota para os diferentes tipos de danos: Tq = 10,0; TI = 4,0; Gq = 2,0; CI = 1,5; Rq = 1,0; e, DI = 1,0. O critério adotado segundo Porfírio-da-Silva et al. (2012) busca relacionar o tipo de dano e sua importância para o desenvolvimento futuro da árvore. A nota final para cada indivíduo é a soma dos respectivos danos incidentes, exceto para o caso do dano Tq (quebra do tronco), cuja incidência, independentemente da ocorrência de outros tipos de dano, tem nota máxima 10. A ocorrência dos danos DI (lesão da casca

maior do que 5 cm de diâmetro), TI (lesão do tronco alcançando o lenho pela retirada do tecido cambial), e Gq (quebra de galhos/ramos secundários), estão sempre associados a outros danos.

Conforme o critério adotado, cinco classes de intensidade de dano (d) foram estabelecidas: d0 = nula (sem dano, nota 0); d1 = baixa (notas entre 0 e 3); d2 = média (notas de 3 a 6); d3 = alta (notas de 6 a 10); e, d4 = extrema (nota 10). Foram coletados os dados em todas as árvores do experimento (1.142 plantas) para descrever quantitativamente e qualificar o dano sofrido pelos diferentes tratamentos.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com dois tratamentos: T1- Integração Pecuária Floresta com eucaliptos desramados (CD) e T2- Integração Pecuária Floresta com eucaliptos sem desrama (SD) e três repetições (piquetes) de 1,3 a 1,8 ha cada. Os seis tipos de dano (Tq, TI, Gq; CI; Rq, DI) provocados pelos animais foram comparados entre e dentro de cada tratamento (CD e SD) utilizando-se o teste de Tukey ao nível de $p < 0,05$.

A comparação entre as médias das notas dos danos (d0, d1, d2, d3 e d4), entre e dentro de cada tratamento (CD e SD), também foi realizada pelo teste de Tukey ao nível de $p < 0,05$.

A homogeneidade da variância da soma dos danos foi analisada pelo teste de Bartlett para verificar a normalidade dos dados como pressupostos ao uso da análise de variância para avaliar os danos dentro do tratamento e entre os tratamentos. Para as análises estatísticas foi utilizado programa ASSISTAT versão 7.7 beta.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferenças significativas para os diferentes tipos de danos entre os tratamentos com desrama (CD) e sem desrama (SD) no *E. benthamii*. No tratamento com desrama (CD), o dano com maior incidência foi a lesão de casca, sem alcançar o câmbio (CI) com 80,5%. Já no tratamento sem desrama (SD), os danos com maior incidência foram a quebra de galhos/ramos secundários (Gq) e forrageamento de folhas ou ramoneio (Rq), com incidência em 100% das árvores. Houve ainda elevada incidência no tratamento SD a lesão de casca sem alcançar o câmbio (CI) com 89,4% e a lesão de casca maior do que 5 cm de diâmetro (DI) com 72,3%.

A suscetibilidade do eucalipto ao dano por bovinos foi anteriormente relatado por Medrado et al. (2009), que indicou danos generalizados para *E. grandis* aos três anos de idade num sistema silvipastoril com *Uruchloa brizantha* cv. Xaraés no estado Paraná, Brasil. Os danos em 61% das árvores aumentaram para 92% no período de um ano e atingiram o lenho em 30% das árvores.

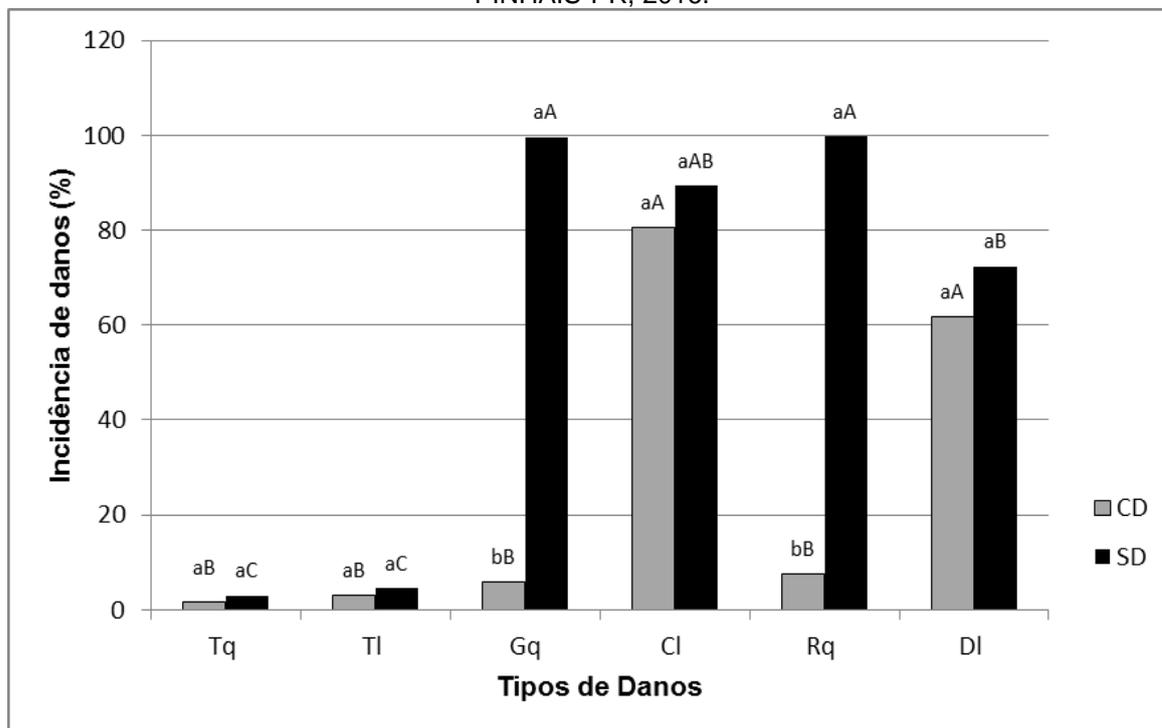
Guerreiro et al. (2015), em avaliação da suscetibilidade de 10 espécies de eucaliptos ou clones para danos decorrentes de bovinos em um sistema silvipastoril no município de Brotas-SP, observou que houve diferenças significativas no nível de dano entre as várias espécies ou clones de eucalipto, sendo que a mais afetada foi o *E. grandis*, com 58% dos ferimentos causados à casca atingindo o lenho.

Porfírio-da-Silva et al. (2012) avaliaram três espécies arbóreas quanto aos danos causados por bovinos em pastejo em um sistema silvipastoril implantado na região subtropical do Brasil. As espécies *Schinus terebinthifolius* (Raddi), *Grevillea robusta* (A. Cunn. ex R.Br) e *Eucalyptus dunnii* (Maiden), foram plantadas em linhas simples, arranjadas em 14 m x 3 m, para comporem um sistema agrossilvipastoril. Aos 41 meses de idade das árvores, o gado foi introduzido na área e os danos causados à casca do tronco das árvores no sistema foram maiores do que os causados às copas. As árvores de *S. terebinthifolius* foram as mais danificadas pelos bovinos levando os autores a concluírem que a espécie não deve ser recomendada para sistema silvipastoril.

No presente estudo, os danos concentraram-se nas folhas, ramos e casca. A quebra do tronco (Tq), foi observada somente em árvores com DAP menor que 6 cm, com incidência de 1,8% no tratamento com desrama (CD) e 3,0% no tratamento sem desrama (SD). Isso coincide com o resultado obtido por Porfírio-da-Silva et al. (2012) que relataram apenas quebra de árvores pelo gado com DAP menor do que 6 cm. Observou-se a incidência de quase 100% de ramoneio (Rq) e quebra de ramos (Gq) no tratamento sem desrama (SD), enquanto no tratamento com desrama (CD), a incidência desses danos foi de 7,6 e 5,7% (Figura 5).

De acordo com Porfírio-da-Silva et al. (2012), o ramoneio (Rq) deve ser esperado em sistemas silvipastoris, especialmente quando os animais podem alcançar os ramos, sugerindo que a desrama reduz esta ocorrência, bem como quebra de ramos (Gq). Embora o ramoneio de algumas folhas não tenha um impacto negativo sobre o desenvolvimento das árvores, ramos quebrados podem causar lesões que permitem a entrada de organismos patogênicos.

FIGURA 5 – INCIDÊNCIA E TIPOS DE DANOS CAUSADOS POR BOVINOS EM *E. benthamii* NO SISTEMA SILVIPASTORIL COM DESRAMA (CD) E SEM DESRAMA (SD), FAZENDA DA UFPR, PINHAIS-PR, 2016.



As médias, seguidas por letras minúsculas idênticas não diferem entre os Tratamentos, e por letras maiúsculas idênticas, não diferem entre os Tipos de Danos (teste Tukey $p < 0,05$).

Nota: Tq = quebra da haste principal ou tronco; Tl = lesão do tronco alcançando o lenho; Gq = quebra de galhos/ramos secundários; Cl = lesão de casca, sem alcançar o câmbio; Rq = forrageamento de folhas ou ramoneio; e, Dl = lesão maior do que 5 cm de diâmetro.

FONTE: O Autor (2017).

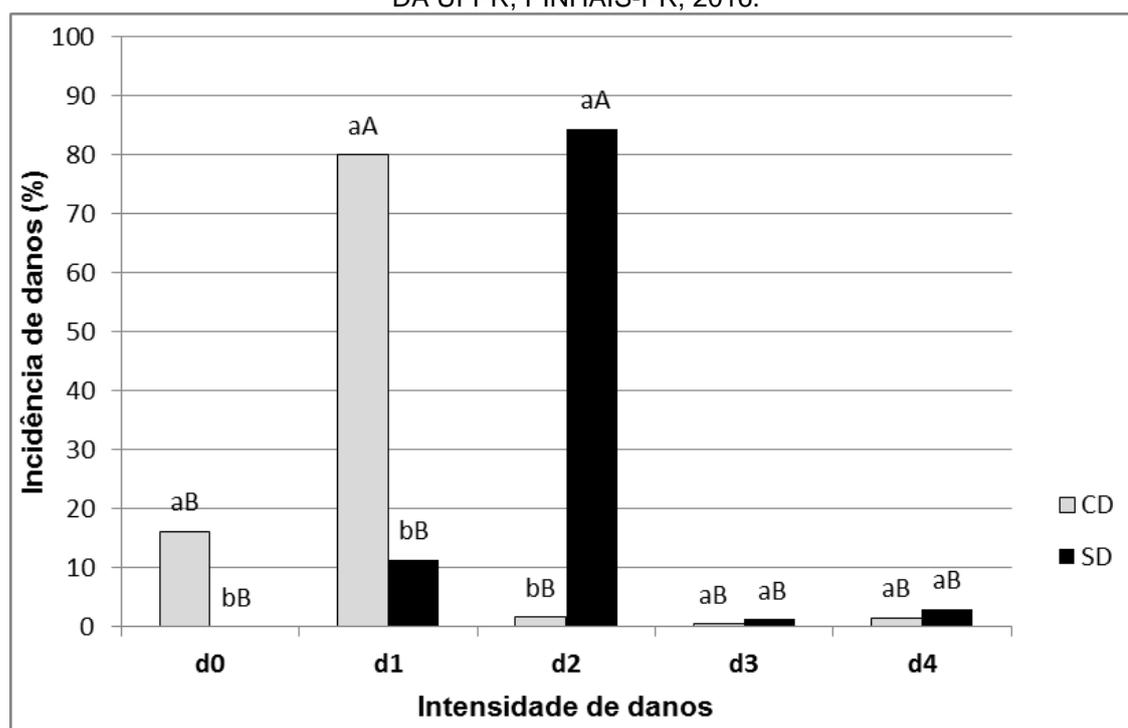
Houve diferenças significativas na intensidade de danos entre os tratamentos com desrama (CD) e sem desrama (SD) no *E. benthamii* (Figura 6). No tratamento com desrama (CD), a intensidade de dano com maior incidência foi a d1, com 80,1%, considerado uma intensidade de baixa importância, enquanto no tratamento sem desrama (SD), a intensidade de dano com maior incidência foi a d2, com ocorrência em 84,4% das árvores, uma intensidade de média importância para o desenvolvimento futuro da árvore.

A casca desempenha uma ampla gama de funções nas árvores. A camada mais interna da casca está envolvida no transporte e armazenamento de fotoassimilados, enquanto que a mais externa camada protege a planta contra a entrada de agentes patogênicos e protege os tecidos adjacentes das lesões mecânicas (ROMERO, 2006).

A intensidade dos danos depende da profundidade e extensão do prejuízo da casca. Quando a lesão é restrita à superfície, sem atingir o tecido cambial da árvore, a parte danificada se recupera de maneira uniforme. No caso de danos mais

profundos, a cicatrização muitas vezes é apenas parcial, ficando aparente uma porção do lenho, que pode servir de porta de entrada para a infecção por doenças e ataque de pragas, até mesmo causando a morte de árvores (MEDRADO et al. 2009). Quando ocorrem lesões profundas na casca, um hidrato de carbono, derivado a partir de tecidos de parênquima é depositado para fechar a lesão (ROMERO, 2006). Isto pode aumentar a atração do gado para a árvore (PORFIRIO-DA-SILVA et al. 2012). Outro aspecto negativo da lesão profunda da casca é a possibilidade de surgimento de brotos epicórmicos abaixo da região danificada, reduzindo o valor da madeira (PORFIRIO-DA-SILVA et al., 2012). Somente 16,2% das árvores, no tratamento com desrama (CD), não apresentaram dano (d0). As demais árvores sofreram algum tipo de dano (Figura 6).

FIGURA 6 – INCIDÊNCIA E INTENSIDADE DE DANOS CAUSADOS POR BOVINOS EM *E. benthamii* NO SISTEMA SILVIPASTORIL COM DESRAMA (CD) E SEM DESRAMA (SD), FAZENDA DA UFPR, PINHAIS-PR, 2016.



As médias, seguidas por letras minúsculas idênticas não diferem entre os Tratamentos, e por letras maiúsculas idênticas não diferem entre as Intensidades de Danos (teste Tukey $p < 0.05$).

Nota: d0 = nenhum dano (nota 0); d1 = dano baixo (notas entre 0 e 3); d2 = dano médio (notas de 3 a 6); d3 = dano alto (notas de 6 a 10); e, d4 = dano extremo (nota 10).

FONTE: O Autor (2017).

Embora todos os tratamentos tenham sofrido danos pelos bovinos, foi observada diferença significativa pelo teste Tukey ($p < 0,05$) na média das notas atribuídas aos diferentes tipos danos. O tratamento com desrama (CD) apresentou menor nota média de dano com 1,67, o que o qualifica como baixa intensidade de

dano; enquanto no tratamento sem desrama (SD), com nota média de 5,03 fica qualificado como sendo de média intensidade de dano (Tabela 6).

De acordo com Pinkard (2002), a prática da desrama, por ocasionar a diminuição de área fotossintética das árvores, pode reduzir o suprimento de carboidratos e reguladores de crescimento produzidos na copa e portanto reduzir o crescimento em diâmetro e altura das árvores. Esse efeito foi relatado por Barbosa et al. (2014), ao avaliar o efeito do impacto das ovelhas nas árvores de um sistema silvipastoril com híbrido de *E grandis* x *E urophylla*, onde aos 24 meses, observou que a desrama artificial afetou o crescimento das árvores. No presente experimento não se observou tal diferença de crescimento do DAP e altura das árvores de *E. benthamii* entre os tratamentos sem desrama (SD) e com desrama (CD), (Tabela 2).

Aos 30 meses, o DAP médio do *E. benthamii* foi de 11,83 cm no tratamento com desrama (CD) e de 11,17 cm no tratamento sem desrama (SD). Já a altura total foi de 10,40 m no tratamento com desrama (CD) e de 9,72 m no tratamento sem desrama (SD), Não houve diferenças significativas para o DAP e altura total entre os tratamentos com desrama (CD) e sem desrama (SD).

TABELA 2 – DANOS CAUSADOS POR BOVINOS EM ÁRVORES DE *E.benthamii* COM DESRAMA (CD) E SEM DESRAMA (SD) EM SISTEMA SILVIPASTORIL E AS RESPECTIVAS DIMENSÕES DIÂMETRO A ALTURA DO PEITO (DAP) E ALTURA (H) AOS 30 MESES, FAZENDA UFPR, PINHAIS-PR, 2016.

Tratamento	Dano ⁽¹⁾	DAP (cm)	Altura (m)
Com Desrama (CD)	1,67 b	11,83 a	10,40 a
Sem Desrama (SD)	5,03 a	11,17 a	9,72 a

⁽¹⁾ Média das notas atribuídas aos diferentes tipos de danos observados.

As médias, seguidas por letras idênticas na mesma coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p<0,05).

FONTE: O Autor (2017).

3.4 CONCLUSÃO

A entrada de bovinos no sistema silvipastoril, aos 26 meses após o plantio do *Eucalyptus benthamii*, provocaram danos de baixa a média intensidade para as árvores. Lesão de casca, sem alcançar o câmbio; forrageamento de folhas ou ramoneio e lesão maior do que 5 cm de diâmetro foram os principais danos causados por bovinos.

A prática da desrama das árvores do *Eucalyptus benthamii* não afetou o crescimento do DAP e altura total das árvores e contribuiu para a redução da incidência e intensidade de danos causados pelos bovinos.

REFERENCIAS

ANDERSON, G. W.; HAWKE, M.; MOORE, R. W. Pine needle consumption and bark stripping by sheep grazing annual pastures in young stands of widely spaced *Pinus radiata* and *P. pinaster*. *Agroforestry Systems* 3:37-45, 1985.

BARBOSA, C. M. P.; GONZALEZ, L. R.; CAÇÃO, M. M. de F.; BRITO, J. de J.; SILVA FILHO, O. C.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Danos causados por ovelhas em árvores de eucalipto em um sistema silvipastoril distribuído em dois modelos espaciais. *IN: Simpósio Internacional de Arborização de Pastagens em Regiões Subtropicais (1: 2013: Curitiba, PR)*. Colombo: Embrapa Florestas (Documentos 268), 2014.

BERNARDI, C. M. M.; MACEDO, H. R., PINHEIRO, R. S. B., & FREITAS, M. L. M. Florestas plantadas de eucalipto em sistemas silvipastoris e o impacto da entrada do componente animal. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 9, n. 5, p. 125-132, 2014.

BERNARDINO, F. S. e GARCIA, B. Sistemas silvipastoris. *Pesquisa Florestal Brasileira*, Colombo, n.60, p.77-87, dez. Edição Especial. 2009.

BERRIDGE, K. C.; KRINGELBACH, M. L. Affective neuroscience of pleasure: reward in humans and animals. *Psychopharmacology*, v. 199, n. 3, p. 457-480, 2008.

CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; XAVIER, D. F. et al. Estabelecimento de sistemas silvipastoris: ênfase em áreas montanhosas e solos de baixa fertilidade. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite (Circular Técnica, 68). 2002.

DIAS-FILHO, M. B.; FERREIRA, J. N. Barreiras para a adoção de sistemas silvipastoris. *In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 6., 2007, Lavras. Tema em evidência: relação custo benefício: anais*. Lavras: NEFOR: UFLA, p. 347-365. 2007.

GARRET, H. E.; KERLEY, M. S.; LADYMAN, K. P.; WALTER, W. D.; GODSEY, L. D.; VAN SAMBEEK, J. W.; BRAUER, D.K. Hardwood silvopasture management in North America. *Agrofor Syst* 61:21–33. 2004.

GILL, R. M. A review of damage by mammals in north temperate forests: 3. impact on trees and forests. *Forestry*. 65:363–388. 1992.

GUERREIRO, M. F.; NICODEMO, M. L. F.; PORFIRIO-DA-SILVA, V. Vulnerability of ten eucalyptus varieties to predation by cattle in a silvopastoral system. *Agroforestry System*, n. 89, p.743-749, 2015.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ - IAPAR. Cartas climáticas do Estado do Paraná: classificação climática. 2.000. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=863>> Acesso em: 07 dez. 2016.

LEHMKUHLER J., FELTON E.E.D., SCHMIDT D.A., BADER K.J., MOORE A., HUCK M.B., GARRETT H.E., KERLEY M.S. Cattle performance and tree damage

using various tree protection methods during tree establishment. *Agrofor Syst* 59:35–42. 2003.

LUNELLI, Naiana P.; RAMOS, Soraia F.; JÚNIOR, Clovis JF Oliviera. Agroflorestas e externalidades. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 8, n. 5, p. 163-170, 2014.

MALAFAIA, P., BARBOSA, J.D., TOKARNIA, C.H. & OLIVEIRA, C.M.C. Distúrbios comportamentais em ruminantes não associados a doenças: origem, significado e importância. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 31, n. 9, p. 781-790, 2011.

MASON, G.; CLUBB, R.; LATHAM, N. et al. Why and how should we use environmental enrichment to tackle stereotypic behaviour? *Applied Animal Behaviour Science* 102:163-188, 2007.

MEDRADO, M. J. S. M.; SILVA, V. P. da; DERETI, R. M., FONSECA, L.R. da; MAIER, T. F.; PINTON, A. L. M. Danos provocados em eucalipto por bovinos criados em sistema silvipastoril no município de Cruzmaltina, PR. Comunicado Técnico 243. ISSN 1517-5030. Colombo, PR. 2009.

MOTT, G. O.; LUCAS, H. L. The design, conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 6, 1952,

NOLTE DL (2003) Repellents are socially acceptable tools. *West For* 48:22–23. http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1256&context=icwdm_usdan_wrc. Acesso em: 15 ago. 2016.

PINKARD, E.A. Effects of pattern and severity of pruning on growth and branch development of pré-canopy closure *Eucalyptus nitens*. *Forest Ecology and Management*, v. 157, p.127-230, 2002.

PORFÍRIO-DA-SILVA V., MORAES A. de, MOLETTA J.L., PONTES L.S. da, OLIVEIRA E.B. de, PELISSARI A., CARVALHO P.C.F. de. Danos causados por bovinos em diferentes espécies arbóreas recomendadas para sistemas silvipastoris. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 32:67–76. 2012.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V., MEDRADO, M.J.S., NICODEMO, M.L.F., DERETI, R.M. Arborização de pastagens com espécies florestais madeireiras: implantação e manejo. Colombo: Embrapa Florestas, 48p, 2010.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MORAES, A. de.; MOLETTA, J. L.; SILVEIRA PONTES, L. da, OLIVEIRA, E. B. de; PELISSARI, A.; CARVALHO, P. C. de F. Danos causados por bovinos em diferentes espécies arbóreas recomendadas para sistemas silvipastoris. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v. 32, n. 70, p. 183-92, abr./jun. 2012.

PROVENZA, F.D.; VILLALBA, J.J.; DZIBA, L.E.; ATWOOD, S.B.; BANNER, R.E. Linking herbivore experience, varied diets, and plant biochemical diversity. *Small Rumin Res* 49:257–274. 2003.

RALPHS, M.H.; PROVENZA, F.D. Conditioned food aversions: principles and practices, with special reference to social facilitation. *Proc Nutr Soc* 56:813–820. 1999.

ROMERO, C. Trees Responses to Stem Damage. Dissertation, University of Florida, 2006.

SAINT-ANDRIEUX, C.; BONENFANT, C.; TOÏGO, C.; BASILLE, M.; KLEIN, F. Factors affecting beech *tica bark stripping by red deer us elaphus in a mixed forest*. *Wildlife Biology*. 15:187–196. doi: 10.2981/07-100. 2009.

SILVA, F. de A. S. & AZEVEDO, C. A. V. de. A New Version of The Assistat-Statistical Assistance Software. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4, Orlando-FL-USA: Anais... Orlando: merican Society of Agricultural and Biological Engineers, p.393-396. 2006.

SILVA, F. de A. S. & AZEVEDO, C. A. V. de. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In:WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SILVA, F. de A. S. The ASSISTAT Software: statistical assistance. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 6, Cancun, Anais... Cancun: American Society of Agricultural Engineers, 1996. p. 294-298. 1996.

SUGAMOSTO, M. L. Uso de técnicas de geoprocessamento para elaboração do mapa de aptidão agrícola e avaliação da adequação de uso do centro de estações experimentais do Cangüiri, município de Pinhais - Paraná. 149f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Paraná. 2002.

VILLALBA, J. J.; MILLER, J.; HALL, J. O. et al. Preference for tanniferous (*Onobrychis viciifolia*) and non-tanniferous (*Astragalus cicer*) forage plants by sheep in response to challenge infection with *Haemonchus contortus*. *Small Ruminant Research* 112:199–207, 2013.

VILLALBA, J. J.; MILLER, J.; UNGAR, E. D. et al. Ruminant self-medication against gastrointestinal nematodes: evidence, mechanism, and origins II. *Parasite*, <http://dx.doi.org/10.1051/parasite/2014032>, 2014.

WEMELSFELDER, Françoise. Animal boredom: is a scientific study of the subjective experiences of animals possible?. In: *Advances in Animal Welfare Science* 1984. Springer Netherlands, p. 115-154. 1985.

WESTOBY, M. An analysis of diet selection by large generalista herbivores. *Am Nat* 108:290–304. 1974.

4 CAPÍTULO 3 - CRESCIMENTO INICIAL DO *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage EM SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA - SIPA, EM ÁREA DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL

RESUMO

As árvores podem melhorar a produtividade de um sistema de produção integrado, influenciando nas características do solo, microclima, hidrologia e em componentes biológicos associados. Existem ainda poucas informações sobre as espécies arbóreas mais adequadas para a utilização nos sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA), especialmente em áreas de proteção ambiental (APA). Sistemas integrados têm sido cada vez mais adotados no Brasil, inclusive apoiados por políticas públicas, como o programa do governo federal "Agricultura de Baixo Carbono". Estes sistemas integram diversificação, geração de renda e proteção ambiental. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento do *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage, em uma área de APA, do plantio aos 36 meses de idade em SIPA. O experimento foi conduzido no delineamento em blocos ao acaso com quatro tratamentos: pecuária-floresta (PF), lavoura-pecuária-floresta (LPF), lavoura-floresta (LF) e monocultivo (FM) e três repetições, em Pinhais-PR. A pastagem perene de verão utilizada nos tratamentos com pecuária foi o *Megathyrsus maximus* - cv Aries com semeadura direta de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) no inverno sem dessecação. Foram realizados inventários sistemáticos com 10% de intensidade amostral, aos 12 meses, 24 meses e 36 meses, para mensurar o diâmetro à altura do peito (DAP) e altura total (H). Não houve variação significativa ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos para o crescimento em altura total do *Eucalyptus benthamii*, aos 12 meses. Aos 24 e 36 meses, ocorreu uma variação significativa ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos, com FM superior aos demais tratamentos. Aos 36 meses a altura total média do tratamento FM foi de 14,00 m, seguidas por LF (12,37 m), LPF (11,01 m) e PF (10,88 m). Já na comparação do crescimento médio do DAP entre os tratamentos, houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) apenas aos 12 meses de idade, com maior para LF (3,02 cm) e o menor para FM (2,14 cm). Nas avaliações aos 24 e 36 meses, não houve diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos. Os tratamentos não apresentaram relação direta com a quantidade de árvores remanescentes até os 36

meses. Não houve variação significativa aos 36 meses no volume de madeira por hectare entre os tratamentos PF, LPF e LF, contudo o volume de madeira por hectare do tratamento FM foi superior aos demais tratamentos somente em função da maior densidade de plantas por hectare.

Palavras Chave: Integração Lavoura Pecuária e Floresta, Sistemas agroflorestais, Eucalipto, Crescimento de Eucalipto.

ABSTRACT

Trees can improve the productivity of an integrated production system by influencing soil characteristics, microclimate, hydrology and its associated biological components. There is an insufficiency of information on the most suitable tree species for use in integrated crop livestock systems (ICLS), especially under use in environmental protected areas (APA). Integrated systems have been increasingly adopted in Brazil, even supported by public policies, such as the federal government's "Low Carbon Agriculture" program. These systems are well known to integrate agriculture production diversification, income generation and environmental protection. In this context, the objective of this work was to evaluate the growth of *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage, in an APA area, from planting at 36 months of age. The experiment was conducted in a randomized complete block design with four treatments: PF, LPF, LF, and monoculture (FM) and three replications at the experimental station located in the municipality of Pinhais-PR. The perennial summer pasture used in the treatment with livestock was *Megathyrus maximus* - cv Aries in no tillage system with the introduction of black oats (*Avena strigosa* Schreb.) in the winter without plant desiccation. Systematic inventories with 10% of sampling intensity were performed at 12 months, 24 months and 36 months to measure the diameter at breast height (DBH) and total height (H). There was no significant variation ($p \leq 0.05$) between treatments for growth at full height of *Eucalyptus benthamii* at 12 months. At 24 and 36 months, there was a significant variation ($p \leq 0.05$) between treatments, with FM higher than the other treatments. At 36 months the mean total height of FM treatment was 14.00 m, followed by LF (12.37 m), LPF (11.01 m) and PF (10.88 m). In comparison with the average growth of PAD between treatments, there was a significant difference ($p \leq 0.05$) only at 12 months of age, with higher for LF (3.02 cm) and lower for FM (2.14 cm). In the evaluations at 24

and 36 months, there were no significant differences ($p \leq 0.05$) between the treatments. The treatments were not directly related to the number of trees remaining until 36 months. There was no significant variation at 36 months in the volume of wood per hectare between the PF, LPF and LF treatments; however the wood volume per hectare of the FM treatment was higher than the other treatments due to the higher density of plants per hectare.

Key words: Integration of Livestock and Forest Crops, Agroforestry Systems, Eucalyptus, Eucalyptus Growth.

4.1 INTRODUÇÃO

O aumento da produtividade de forma sustentável é o maior desafio a ser enfrentado pelo setor agropecuário. Com a estimativa de um aumento de aproximadamente 30% da população mundial, a demanda por produtos agrícolas deve aumentar em aproximadamente 60% em nível mundial e 77% nos países em desenvolvimento (OECD/FAO, 2012). Para atender a necessidade global tem-se destacado nos últimos anos os Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA).

De acordo com Bernardi et alii. (2014), a demanda de produtos como celulose, resina, madeira, entre outros, vem aumentando a cada ano, e os SIPA se apresentam como importantes e viáveis alternativas para suprir tais demandas, gerando receitas adicionais. No entanto, não deve ser esperada produtividade máxima dos componentes desses sistemas, e sim a sustentabilidade do ecossistema, e a geração de retornos satisfatórios e receita com diferentes produtos.

O interesse pelos sistemas silvipastoris e agrossilvipastoris vem aumentando de forma significativa em todo país. Práticas de integração da lavoura, pecuária e silvicultura já aparecem como programas de pesquisa e extensão de órgãos governamentais como o programa do governo federal “Agricultura de Baixo Carbono”. Tais iniciativas são resultado do reconhecimento e necessidade de se conduzir tais sistemas em favorecimento do solo, do meio ambiente e das gerações humanas no presente e futuro (BERNARDINO & GARCIA, 2009; MAPA/ACS, 2012).

A integração do animal às culturas agrícolas e florestais não constitui um sistema novo de atividade agropecuária. O que talvez seja novo é o fato de que a integração do animal à atividade florestal seja capaz de melhorar a produtividade por

unidade de área. Devido ao crescente aumento da população mundial, sobretudo nos países menos desenvolvidos, o aumento de produtividade torna-se muito importante, uma vez que a área disponível para a agricultura atingirá seus limites num futuro não muito distante (GARCIA et al., 2003).

A iniciativa de integração de animais em atividades florestais não é uma técnica recente. Na Região Oeste dos Estados Unidos, a prática de se colocar bovinos para pastejar em áreas de florestas nativas já vem sendo realizada há mais de 125 anos (ROATH & KRUEGER, 1982). Trabalhos envolvendo bovinos sob florestas de pinus (*Pinus radiata*), na Nova Zelândia, foram descritos por Miller (1975). Nos países da Europa, também, a exploração múltipla silvipastoril se realiza há muitos anos. No Brasil, a associação intencional de gado com florestas remonta à metade do século 18 na região de ocorrência de *Araucaria angustifolia* (CHANG, 1985). Em uma revisão da literatura, Porfírio-da-Silva (2015), relata que as pesquisas em sistemas silvipastoris no Paraná tiveram início na década de 1980 com bovinos sendo introduzidos em plantios florestais convencionais. Muitas pesquisas foram conduzidas visando à utilização do sub-bosque como uma forma de aproveitamento pelos animais selvagens e domésticos (principalmente bovinos e ovinos), bem como controlar o desenvolvimento da vegetação herbácea, que em acúmulo se torna um veículo propagador de incêndios nas florestas (SCHREINER, 1983; BAGGIO & SCHREINER, 1988; SCHREINER, 1994; GARCIA et al., 2003) e a compatibilidade da cultura associada (BERNARDINO, 2007).

Resultados de pesquisa comprovam a potencialidade dos SIPA como uma importante estratégia de desenvolvimento rural sustentável. A introdução do componente florestal na propriedade rural, por meio desses sistemas, além de garantir condições mais adequadas para as culturas agrícolas, pastagens e criações, possibilita a diversificação de produtos na mesma unidade de área (LAURA et al., 2015, PORFÍRIO-DA-SILVA, 2015; STRASSBURG et ali., 2014).

As pesquisas sobre sistemas integrados de produção, na região Sul do Brasil, a exemplo de outras regiões do País, aumentaram consideravelmente nos últimos 20 anos. No entanto, o nível de adoção das tecnologias geradas ainda é considerado baixo (DIAS-FILHO & FERREIRA, 2007), apesar do enorme potencial desses sistemas para resolver questões de importância social, econômica e ambiental, bem como atender demandas quanto ao fornecimento de produtos

florestais. Esse é um desafio para o sistema de inovação agropecuária no Brasil, ou seja, buscar o desenvolvimento de uma agricultura ambientalmente sustentável.

O componente arbóreo em um sistema de produção tem grande potencial para recuperar áreas degradadas, contribuir para o sequestro de carbono, aumentar e conservar a biodiversidade, melhorar os aspectos químicos e físicos do solo, aumentar a qualidade dos recursos hídricos e do ar, além de diversificar a renda do produtor (SILVA, 2013; JOSE, 2009; QUINKENSTEIN et al., 2009; NAIR, 2007).

O gênero *Eucalyptus spp* é o mais plantado no Brasil correspondendo à 72,0% (5,47 milhões de hectares) da área de florestas plantadas. Seu maior uso é para a indústria de celulose (40,96%), seguido da lenha industrial (30,26%) e do carvão (17,02%). A madeira serrada, tratada e outros produtos sólidos representam 6,29% do consumo de madeira de eucalipto no Brasil (IBA, 2014).

Dentre as espécies de eucalipto tem-se o *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage, recomendado para regiões mais frias como o Sul do Brasil por apresentar boa tolerância à geadas e crescimento normal mesmo em temperaturas médias baixas como a -1°C a 3°C (PALUDZYSZYN FILHO et al., 2006). É uma espécie com boa aptidão para fins energéticos (PALUDZYSZYN FILHO & SANTOS, 2011), sendo a madeira moderadamente dura $0,47 \text{ g.cm}^{-3}$ (NISGOSKI et al., 1998), necessitando pesquisas de melhoramento genético para identificar genótipos indicados para serraria (SILVA, 2008).

Higa e Carvalho (1990) relataram que o *E. benthamii* apresentou sobrevivência de 70%, altura média de 16 m e DAP – Diâmetro a Altura do Peito médio de 15 cm aos 45 meses de idade em Dois Vizinhos - PR, e concluíram que a espécie merece atenção especial dos melhoristas.

Serpe (2015), observou que o *Eucalyptus benthamii* apresentou resistência à 15 geadas anuais com temperatura mínima absoluta de $-6,4^{\circ}\text{C}$.

Silva (2008) concluiu que resistência a geada não está geneticamente correlacionada com o crescimento.

Existem estudos avaliando o desempenho de espécies de eucalipto em diferentes arranjos e diferentes manejos em SIPA (CALIL et al., 2013; VIEIRA & SCHUMACHER, 2011; KLEINPAUL et al., 2010; MACEDO et al., 2006), contudo ainda é escasso o número de trabalhos com *Eucalyptus benthamii*, sendo necessário um maior aprofundamento sobre o comportamento dessa espécie, para

melhor compreensão e indicações de manejo da mesma em sistemas de integração com lavoura e/ou pecuária.

Este trabalho teve por objetivo avaliar o crescimento, as características produtivas e desempenho do *Eucalyptus benthamii* nos três primeiros anos de idade, em monocultivo (FM) e em três modalidades de sistemas integrados: pecuária-floresta (PF); lavoura-pecuária-floresta (LPF) e lavoura-floresta (LF).

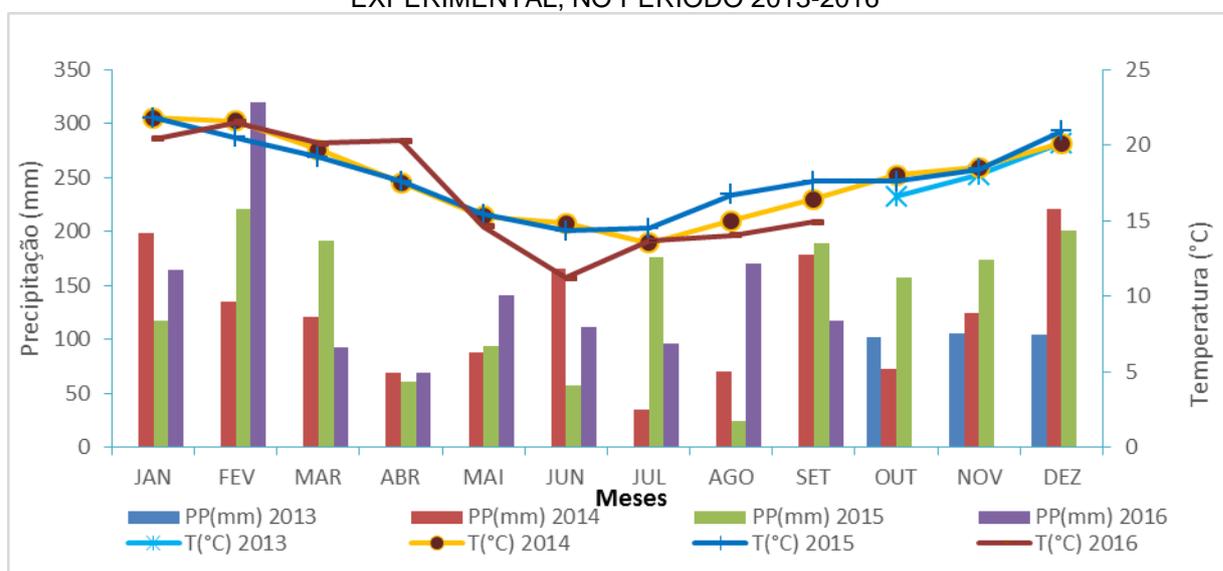
4.2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento faz parte do projeto desenvolvido pelo Núcleo de Inovação Tecnológica em Agropecuária (NITA), localizado na Fazenda Experimental Canguiri (25°23'30"S; 49°07'30" W) pertencente à Universidade Federal do Paraná, localizada no município de Pinhais-PR, com uma altitude média de 920 m. A Fazenda está localizada dentro da Área de Proteção Ambiental (APA) do Rio Iraí (Decreto Estadual nº 1.735/96), as margens da represa do Iraí.

O clima da região, segundo Koppen, é classificado como Cfb - temperado, úmido e com verão temperado, caracterizado por apresentar precipitação média anual de 1400 mm, temperatura mínima média de 12,5°C e temperatura máxima média de 22,5°C, estando sujeito a geadas severas (mais de cinco por ano).

Os dados médios e as curvas referentes aos indicadores de precipitação e temperatura média, correspondentes ao período 2013-2016, ocorridas na área do experimento, são apresentados na Figura 7.

FIGURA 7 – PRECIPITAÇÃO E TEMPERATURA MÉDIA OCORRENTES NA ÁREA EXPERIMENTAL, NO PERÍODO 2013-2016



FONTE: SIMEPAR (2016), adaptado pelo Autor (2017).

Segundo o mapeamento de solos, são encontradas nesta área as classes Cambissolo Háplico, Latossolo Vermelho e Latossolo Vermelho-Amarelo (SUGAMOSTO, 2002).

O delineamento estatístico foi de blocos ao acaso com 3 repetições e 4 tratamentos: T1-sistema pecuária-floresta (PF); T2-sistema lavoura-pecuária-floresta (LPF); T3-sistema lavoura-floresta (LF), e T4-floresta em monocultivo (FM). Cada parcela possui área diferente, com no mínimo 1,3 hectares e no máximo 2,2 hectares nos tratamentos PF, LPF, LF e 0,3 a 0,5 hectare no tratamento FM (Figura 8).

FIGURA 8 – DISTRIBUIÇÃO DO *E. benthamii* NA ÁREA EXPERIMENTAL DA FAZENDA CANGUIRI – UFPR, 2016.



FONTE: O Autor (2017), adaptado do *Google Earth*.

Nos tratamentos PF, LPF e LF, as árvores foram plantadas em linhas simples com o espaçamento de 2 m x 14 m, visando obter uma densidade inicial de aproximadamente 357 árvores ha⁻¹ e final de 150 árvores ha⁻¹. As linhas de árvores foram plantadas em curvas de nível visando a conservação do solo e da água, o controle da erosão, a melhoria do conforto térmico dos animais e a amenização das trilhas feitas pelo caminhamento animal no sentido da pendente do terreno (PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 2010). O tratamento floresta em monocultivo foi plantado no espaçamento de 2 m x 3 m (1.667 árvoresha⁻¹).

Em janeiro e fevereiro de 2013 foi efetuado o preparo convencional do solo para semeadura da pastagem perene de verão com *Megathyrus maximus* - cv

Aries. A semeadura do *Megathyrus maximus* foi feita em linhas (16 kg.ha^{-1}) e aplicados 350 kg.ha^{-1} de superfosfato simples na linha e mais 800 kg.ha^{-1} de cloreto de amônio. Durante o estabelecimento da pastagem foram executadas três roçadas para reduzir a pressão competitiva das plantas daninhas.

Em setembro de 2013, efetuou-se a demarcação das linhas de árvores, sendo o plantio das mudas seminais de *Eucalyptus benthamii*, realizado em outubro de 2013. A escolha desta espécie foi principalmente devido a mesma ser resistente a geadas e a finalidade é obtenção de toras para serrarias e laminadoras ao final do ciclo de 20 anos.

O eucalipto foi plantado na primeira quinzena de outubro de 2013, sendo que todos os tratamentos receberam o mesmo preparo de solo e adubação das árvores. Foi feito subsolagem na linha do plantio até uma profundidade de aproximadamente 40 cm, e o plantio foi manual utilizando-se um sacho para a abertura das covas. Para cada muda foram colocados na cova 250 ml de solução hidrogel Hidroplan-EB®/HyB, diluídos segundo a recomendação do fabricante e em duas covetas laterais (a 15 cm de distância da muda e a 15 cm de profundidade) foram distribuídos 200 g da formulação 08-20-20 NPK que também continha 1% de cálcio (Ca) e 3% de enxofre (S).

O controle de formigas cortadeiras foi feito com a aplicação da pasta Formifu® em todas as mudas após quinze dias do plantio. Também se utilizou casca de laranja que semanalmente eram distribuídas em pontos estratégicos da área e na sua periferia para atrair as formigas e localizar seus ninhos, que eram destruídos mecanicamente.

No processo de implantação das árvores foi necessário o replantio de 20% das árvores do experimento (janeiro de 2014) e por ser uma APA, não é permitida a utilização de herbicidas, sendo o controle de plantas daninhas realizado de forma manual, com enxada e motorizada com roçadeira costal por três vezes.

No tratamento lavoura-floresta (LF), nos períodos de primavera-verão foram cultivados milho e girassol, semeados em sistema de plantio direto, no final de setembro e começo de outubro, sem o uso de herbicidas ou qualquer outro tipo de agrotóxico devido ao fato de que o experimento se encontrar em uma Área de Proteção Ambiental (APA). Para as duas culturas agrícolas utilizou-se o espaçamento de $0,45 \times 0,20 \text{ m}$ ($111.111 \text{ plantas.ha}^{-1}$). No período de outono-inverno, foi cultivada aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.), semeada em sistema de

plantio direto, no final de maio e começo de junho, com o papel de conservar o solo coberto por vegetação durante o período.

Nos tratamentos PF e LPF, com a pastagem perene de verão (*Megathyrsus maximus* - cv Aries), no período de outono-inverno, foi sobressemeada, no final de maio e começo de junho, em sistema de plantio direto, aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.), para fornecimento de pasto no inverno ou com papel de conservar o solo coberto por vegetação durante o período no tratamento LPF, quando cultivado com cultura de verão.

A adubação do sistema de produção foi padronizada e determinada pela equipe técnica do NITA, baseada nas análises de solo e nas demandas da cultura agrícola de maior exigência (milho).

No primeiro ano (2013), os fertilizantes foram aplicados em duas etapas: a primeira no mês de setembro, utilizando-se 450 kg.ha^{-1} de superfosfato simples e 400 kg.ha^{-1} da formulação NPK 25:00:25, a segunda, no mês de outubro, aplicando-se 200 kg.ha^{-1} de uréia.

No segundo ano (2014), os fertilizantes foram aplicados nos tratamentos em três etapas: a primeira após o plantio da pastagem de inverno (aveia), na 2ª quinzena de maio, utilizando-se 600 kg.ha^{-1} de fostato natural, 200 kg.ha^{-1} cloreto de potássio e 200 kg.ha^{-1} de uréia; a segunda por ocasião do plantio das culturas anuais de verão (milho e girassol) no mês de setembro utilizando-se 450 kg.ha^{-1} de superfosfato simples e a terceira no mês de novembro, com aplicação de 450 kg.ha^{-1} de uréia.

Em 2015, os fertilizantes foram aplicados em duas etapas: a primeira, na 2ª quinzena de maio após o plantio da pastagem de inverno (aveia), utilizando-se 300 kg.ha^{-1} de fostato natural, 100 kg.ha^{-1} cloreto de potássio e 300 kg.ha^{-1} de uréia; a segunda aplicando-se 200 kg.ha^{-1} de uréia no final de dezembro.

Em 2016 (quarto ano), após a implantação da pastagem de inverno (aveia), na 2ª quinzena de maio, em todos os tratamentos, foram aplicados 300 kg.ha^{-1} de fostato natural, 100 kg.ha^{-1} cloreto de potássio e 300 kg.ha^{-1} de uréia.

A primeira desrama das árvores foi efetuada aos 21 meses de idade (julho de 2015) até a metade das respectivas alturas das árvores (na média até 3 m), com o uso de serrotes de poda. A 2ª desrama foi efetuada aos 33 meses de idade (julho de 2016) cortando-se os ramos até a metade das respectivas alturas do tronco das árvores (até 5 a 6 m). No tratamento FM, na 2ª desrama, ocorreu a desrama natural

com a morte dos galhos laterais, sendo necessária apenas a desrama das árvores da bordadura das parcelas.

A entrada dos animais no experimento, nos tratamentos PF e LPF, foi aos 24 meses de idade das árvores (outubro de 2015), ocasião que as árvores tinham um DAP médio de 8,12 cm, considerado adequado para suportarem a presença destes (MEDRADO et al. 2009; PORFIRIO-DA-SILVA et al. 2012). As áreas dos tratamentos LP e LPF foram divididas em piquetes, abrangendo de 1,3 a 2,2 hectares cada (Figura 8), mediante o emprego de cerca elétrica. Em todos os piquetes os animais tinham a disposição água e sal mineralizado à vontade.

No final de maio e começo de junho de 2016, nos tratamentos PF e LPF, com a pastagem perene de verão (*Megathyrus maximus* - cv), foram sobressemeados, em sistema de plantio direto, aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.), para pastejo no período de inverno-primavera.

O crescimento das árvores foi acompanhado por meio da coleta dos dados das árvores de cada tratamento (PF, LPF, LF e FM), utilizando-se a amostragem sistemática de 10% das árvores, medindo-se o diâmetro à altura do peito (DAP) a 1,30 m acima do nível do solo e altura total (H). O DAP e a altura total de todas as árvores foram medidos aos 12, 24 e 36 meses. Aos 12 meses, o DAP foi medido com paquímetro digital, *King.Tools*® fazendo-se duas medidas perpendiculares em cada árvore e calculando-se a média. Nas demais medições, para obtenção do DAP, mediu-se a circunferência à altura do peito (CAP) com fita métrica e transformou-se a circunferência em diâmetro ($DAP = CAP/\pi$). Para a medição da altura total das árvores em metros, foi utilizada uma régua graduada de 4 m aos 12 meses e clinômetro eletrônico Haglöf®, aos 24 e 36 meses.

O volume por árvore amostrada foi obtido por meio da expressão:

$$V = \frac{DAP^2 \cdot \pi \cdot H \cdot f}{40000} \quad (1)$$

Sendo:

Volume = volume da árvore com casca em metro cúbico

DAP = diâmetro à altura do peito em centímetros (1,30 m do solo)

H = altura total da árvore em metros

$f = 0,45$ (fator de forma)*¹

*¹ Média utilizada para a estimativa rápida do volume total de árvores em pé de crescimento monopodial, Porfírio-da-Silva et ali. (2010).

O volume por hectare foi obtido pela multiplicação do volume da árvore-média, ou seja, a árvore com a média estimada do DAP e altura total da população do tratamento, pelo número de árvores remanescentes por hectare em cada período, para cada tratamento avaliado. O incremento médio anual (IMA) do volume por hectare ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$) foi calculado pela divisão do volume total por hectare pela idade atual do povoamento florestal, em anos, por ocasião de cada avaliação. O incremento corrente anual (ICA) do volume por hectare ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$) foi calculado pela divisão do volume total por hectare do ano de cada avaliação.

O percentual de árvores remanescentes em campo foi calculado para todos os tratamentos, pela subtração do número de árvores do plantio inicial de toda parcela, pelo número de árvores existentes em cada avaliação. Por se tratar de um plantio com finalidade para obtenção de madeira para serraria, foram excluídas além de árvores mortas ou quebradas, árvores com ponta seca, tortas, tombadas, entre outras deformidades encontradas. Também houve a necessidade de exclusão de algumas árvores próximas às cercas nas divisórias das parcelas para o trânsito de máquinas.

A homogeneidade da variância entre os tratamentos foi analisada pelo teste de Bartlett visando verificar a normalidade dos dados como pressupostos ao uso da análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade para avaliar o crescimento do DAP e Altura dentro do tratamento e entre os tratamentos. Para as análises foram consideradas somente as árvores remanescentes. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa estatístico ASSISTAT versão 7.7 pt (2016), a 5% de probabilidade de erro (SILVA, 2009).

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na comparação entre os tratamentos, houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) do crescimento do DAP do *Eucalyptus benthamii*, apenas aos 12 meses de idade. O tratamento com maior crescimento do DAP aos 12 meses foi o LF com 3,02 cm e o de menor crescimento foi o FM com 2,14 cm, que possui maior densidade de plantio. Esses valores corroboram com os de Bernardo (1995) e Oliveira Neto et al. (2003), que verificaram o efeito de diminuição do crescimento do DAP ao se aumentar a densidade, expressando-se logo na fase inicial de desenvolvimento das plantas. Nas

avaliações de 24 e 36 meses, o DAP não diferiu significativamente ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos (Tabela 3). Aos 36 meses o DAP médio do tratamento LF foi 15,08 cm, seguidos, pela ordem decrescente, dos tratamentos PF (DAP= 13,87 cm), LPF (DAP= 13,20 cm) e FM (DAP= 12,45 cm).

Embora não tenha diferido significativamente ($p > 0,05$) entre os tratamentos, o menor valor médio, aos 24 meses, encontrado para DAP do tratamento FM com 8,80 cm, equivale a 88,26% do tratamento LF (DAP= 9,97 cm), que foi o maior valor de DAP entre os tratamentos para a idade. Essa porcentagem caiu para 82,56% aos 36 meses. Isso indica que a taxa de crescimento em DAP diminui ao longo do tempo em plantios com densidades mais altas, conforme verificado por Leite et al. (1997).

TABELA 3 – DIÂMETRO A ALTURA DO PEITO (DAP) E ALTURA TOTAL DO *E. benthamii* EM MONOCULTIVO (FM) E EM SISTEMA INTEGRADO COM LAVOURA E PASTAGEM (LF, PF e LPF) AOS 12, 24 e 36 MESES, FAZENDA UFPR, PINHAIS-PR, 2016.

Tratamento	Diâmetro a altura do peito-DAP (cm)			Altura total (m)		
	12 meses	24 meses	36 meses	12 meses	24 meses	36 meses
PF	2,41 ab	8,12 a	13,87 a	2,52 a	6,74 b	10,88 b
LPF	2,41 ab	8,13 a	13,20 a	2,61 a	7,05 b	11,01 b
LF	3,02 a	9,97 a	15,08 a	3,04 a	7,90 ab	12,37 b
FM	2,14 b	8,80 a	12,45 a	2,56 a	9,12 a	14,00 a

PF=Pecuária-Floresta; LPF= Lavoura-Pecuária-Floresta; LF= Lavoura-Floresta; FM= Floresta-Maciço. As médias, seguidas por letras idênticas na mesma coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

FONTE: O Autor (2017).

Benin *et al.* (2014), obtiveram para *E. benthamii* no terceiro ano após o plantio, incremento médio anual em DAP de 2,85; 3,10; 3,24 e 3,43 cm, respectivamente aos espaçamentos iniciais de 2 m x 3 m, 3 m x 3 m, 4 m x 3 m e 4 m x 4m. Pereira *et al.* (2000) aos quatro anos de idade, com espaçamento inicial de 3 m x 3 m, observaram DAP de 14,2 cm ($3,55 \text{ cm ano}^{-1}$), e aos oito anos de idade cresceu $2,7 \text{ cm ano}^{-1}$. Já Higa & Carvalho (1990) obtiveram para *E. benthamii*, aos 4 anos um crescimento diamétrico anual do DAP de $3,75 \text{ cm ano}^{-1}$ e aos oito anos de idade um DAP de 18,2 cm ($2,28 \text{ cm ano}^{-1}$) [HIGA & PEREIRA, 2003]. Serpe (2015), utilizando espaçamento de 2,5 m x 2,5 m, observou aos 6 anos de idade o DAP variando de 11,65 cm no tratamento, sem aplicação de adubação a 15,25 cm no melhor resultado. Souza (2015) aos 24 meses observou o DAP variando de 5,2 cm no tratamento sem aplicação de adubação a 8,0 cm no melhor resultado, estando muito próximos aos valores encontrados neste experimento.

Aos 36 meses o DAP nos diferentes tratamentos variou de 12,45 a 15,08 cm. Quando comparado à média de crescimento em diâmetro dos trabalhos citados verificou-se um crescimento diamétrico acima da média encontrada na literatura. Esse desempenho, pode em parte ser atribuído ao adequado manejo cultural da adubação neste experimento e a boa adaptação do *E. benthamii* as condições edafo-climáticas do local e aos tratamentos utilizados.

Em relação ao crescimento em altura total do *E. benthamii*, aos 12 meses, não houve variação significativa ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos (Tabela 3). Aos 24 e 36 meses, ocorreu uma variação significativa ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos, com FM superior aos demais tratamentos. Aos 36 meses a altura total média do tratamento FM foi de 14,00 m, seguidas por LF (12,37 m), LPF (11,01 m) e PF (10,88 m), que foi a menor altura total.

O comportamento das árvores do *E. benthamii* quanto ao crescimento em altura não reflete o crescimento em diâmetro. Aos 36 meses de idade, o tratamento FM, apresentou a maior altura total (14,00 m). Já no DAP, ainda que sem variação de diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos, o maior valor observado aos 36 meses de idade foi no tratamento LF, com 15,08 cm, enquanto que no tratamento FM foi de 12,50 cm.

Embora neste experimento tenha se observado maior altura no tratamento FM aos 24 e 36 meses, em relação aos demais tratamentos com densidades menores, Bernardo (1995) cita que ocorre diminuição nos valores de altura média das árvores com o passar do tempo, a medida em que se aumenta a densidade nos povoamentos, em razão do aumento de árvores dominadas. E que, de modo geral, o crescimento em diâmetro é uma característica altamente responsiva aos espaçamentos. Contudo existe certa controvérsia quanto aos reflexos sobre a altura das árvores na fase jovem de crescimento, havendo casos em que ocorre aumento da altura em espaçamentos maiores e outros em que o resultado é o oposto (OLIVEIRA et al., 2009).

Bernardi (2010) observou aos 12 meses de idade para o *E. benthamii* em monocultivo, um crescimento em altura de 5,64 m. Souza (2015), aos 24 meses, observou uma altura variando de 6,6 m no tratamento sem aplicação de adubação a 9,2 m no melhor resultado, compatíveis com valores encontrados neste estudo, ou seja, variação de 6,74 a 9,12 m (tabela 3). Higa & Carvalho (1990) obtiveram uma altura média para o *E. benthamii* aos 4 anos de idade de 16 m (4 m.ano^{-1}). Aos oito

anos de idade, Pereira *et al.* (2000) observaram um crescimento médio em altura de 2,3 m ano⁻¹. Já Higa & Pereira (2003), aos oito anos de idade, observaram uma altura média de 21,7 m (2,71 m ano⁻¹). Serpe (2015), observou aos 6 anos de idade um crescimento em altura de 3,2 m ano⁻¹.

Quando comparado à média de crescimento em altura, verifica-se que no presente experimento, o *E. benthamii*, aos 36 meses apresentou um crescimento em altura nos tratamentos variando de 3,63 a 4,67 m ano⁻¹, estando acima da média encontrada na maioria da literatura. Esse desempenho, pode em parte ser atribuído ao adequado manejo cultural da adubação neste experimento e a boa adaptação do *E. benthamii* às condições edafo-climáticas do local.

O tratamento que apresentou o maior desempenho em crescimento do DAP nas três épocas avaliadas (12, 24 e 36 meses) foi o LF. Já em relação à altura total, aos 12 meses, o maior desempenho em crescimento foi do tratamento LF e, aos 24 e 36 meses o tratamento FM foi o que apresentou o maior crescimento.

Foi verificada diferença significativa entre os tratamentos e as três épocas de avaliação para as variáveis: remanescência, volume por hectare, incremento médio anual (IMA) e incremento corrente anual (ICA) (tabelas 4, 5 e 6). A exceção foi para a variável volume por árvore, cujas análises dos resultados demonstraram não haver variação significativa entre os tratamentos.

TABELA 4 – REMANESCÊNCIA E DENSIDADE FINAL DO *E. benthamii* EM MONOCULTIVO (FM) e INTEGRADO COM LAVOURA E PASTAGEM (PF, LPF e LF) AOS 12, 24 e 36 MESES, FAZENDA UFPR, PINHAIS-PR, 2016.

Tratamento	Taxa de remanescência (%)			Densidade final (plantas.ha ⁻¹)		
	12 meses	24 meses	36 meses	12 meses	24 meses	36 meses
PF	93,5 aA	90,2 aA	79,8 aB	334	322	285
LPF	91,5 abA	89,8 aA	82,0 aB	327	320	293
LF	78,0 bA	78,0 aA	75,5 aA	279	279	270
FM	88,1 abA	86,7 aA	80,5 aB	1468	1445	1342
MÉDIA	87,8	86,1	79,5	602	591	547

PF=Pecuária-Floresta; LPF= Lavoura-Pecuária-Floresta; LF= Lavoura-Floresta; FM= Floresta-Maciço. As médias, seguidas por letras minúsculas idênticas na mesma coluna e por letras maiúsculas idênticas na mesma linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p<0,05).

FONTE: O Autor (2017).

Aos 12 meses a menor taxa de remanescência foi observada no tratamento LF (78,0%) e a maior taxa de remanescência foi do tratamento PF (93,5%) (tabela 4). Já aos 36 meses, não houve variação significativa ($p \leq 0,05$) para a remanescência entre os tratamentos, mas o tratamento LF continuou com o menor valor numérico (75,5%), sendo a maior taxa de remanescência a do tratamento LPF

(82,0%). A sobrevivência inicial das mudas de *E. benthamii* foi afetada pela concorrência com plantas daninhas, principalmente da corda de viola (*Ipomoea sp*), cuja incidência em algumas parcelas chegou a mais de 50% das mudas. Por se tratar de uma área de APA, onde não é permitida a utilização de herbicidas, o controle de plantas daninhas, foi realizado de forma manual com enxada e arranquio e motorizada com roçadeira costal por três vezes no primeiro ano, mas várias mudas acabaram sendo prejudicadas.

Nas três épocas de avaliação, os tratamentos não influenciaram o desempenho produtivo das plantas individualmente, considerando que não houve diferença significativa no volume por árvore (tabela 5). Esta variável está diretamente relacionada ao valor de altura e DAP (PEREIRA et al.,2015). Neste estudo o maior valor de DAP, aos 36 meses ocorreu no tratamento LF e o menor no tratamento FM, refletindo no resultado do tratamento LF que foi o maior valor de volume por planta ($0,0995 \text{ m}^3$) superior em 29,56% ao tratamento FM ($0,0768 \text{ m}^3$).

O *E. benthamii* aos quatro e oito anos de idade, apresentou volume individual comercial de 0,1110 e 0,2850 m^3 (PEREIRA et al., 2000). Serpe (2015) observou aos 6 anos de idade o volume médio individual variando de 0,1335 m^3 sem aplicação de adubação a 0,2276 m^3 no melhor tratamento com adubação. No presente estudo, aos 36 meses o volume médio individual nos diferentes tratamentos variou de 0,0679 a 0,0995 m^3 , compatível com os valores encontrados na literatura.

A produção em volume por hectare foi influenciada pelo número de árvores dos tratamentos, de forma que o tratamento FM com maior densidade inicial ($1.667 \text{ árvores ha}^{-1}$), atingiu o maior volume por hectare nas três épocas avaliadas, chegando a $103,51 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ aos 36 meses. Nos demais tratamentos, com a densidade inicial menor ($357 \text{ árvores ha}^{-1}$), aos 36 meses o volume variou de a $21,23$ a $29,84 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (tabela 5). Ou seja, neste estudo, a produção em volume por hectare foi diretamente proporcional à densidade do povoamento nos tratamentos, com maiores valores ao final do período avaliado (36 meses) no tratamento FM ($6,0 \text{ m}^2 \text{ planta}^{-1}$) e menores valores nos tratamentos PF, LPF e LF ($28,0 \text{ m}^2 \text{ planta}^{-1}$).

Botelho (1998) e Oliveira Neto et al. (2003), citam que ocorre maior produção por unidade de área nos espaçamentos mais reduzidos em função do maior número de indivíduos. Macedo et al. (2010) observa queo volume maior por hectare em espaçamentos mais adensados também foram observados por outros autores, afirmando que a variável volume por hectare está intimamente relacionada ao

número de árvores por hectare. Neste experimento, até os 36 meses, o tratamento FM que é o mais denso entre os tratamentos (1.667 árvores ha⁻¹), foi o que atingiu a maior produção de madeira (103,51 m³ ha⁻¹), confirmando essa afirmação.

Serpe (2015) constatou aos 6 anos de idade um volume total variando de 180,2 m³ ha⁻¹, no tratamento sem aplicação de adubação, a 326,2 m³ ha⁻¹ no melhor tratamento com adubação.

TABELA 5 – VOLUME INDIVIDUAL POR ÁRVORE E VOLUME TOTAL POR HECTARE DO *E. benthamii* EM MONOCULTIVO (FM) e INTEGRADO COM LAVOURA E PASTAGEM (PF, LPF e LF) AOS 12, 24 e 36 MESES, FAZENDA UFPR, PINHAIS-PR, 2016.

Tratamento	Volume por árvore (m ³)			Volume por hectare (m ³)		
	12 meses	24 meses	36 meses	12 meses	24 meses	36 meses
PF	0,0005	0,0157	0,0740	0,18 aB	5,57 bB	22,50 bA
LPF	0,0005	0,0165	0,0679	0,18 aB	5,64 bAB	21,23 bA
LF	0,0010	0,0278	0,0995	0,29 aB	9,00 bB	29,84 bA
FM	0,0004	0,0250	0,0768	0,62 aC	36,71 aB	103,51 aA

PF=Pecuária-Floresta; LPF= Lavoura-Pecuária-Floresta; LF= Lavoura-Floresta; FM= Floresta-Maciço. Em volume por árvore, não foi aplicado o teste de comparação de médias por que o F de interação não foi significativo

As médias, seguidas por letras minúsculas idênticas na mesma coluna e por letras maiúsculas idênticas na mesma linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p<0,05).

FONTE: O Autor (2017).

Aos 12 meses, não houve variação significativa ($p \leq 0,05$) do incremento médio anual (IMA) e do incremento corrente anual (ICA) entre os tratamentos, (tabela 6). Aos 24 meses e aos 36 meses, houve variação significativa entre os tratamentos e as épocas de avaliação. Aos 36 meses, o tratamento com maior valor de IMA foi o FM com 34,50 m³ ha⁻¹, enquanto nos demais tratamentos o valor variou de 7,07 a 9,95 m³ ha⁻¹. Já o ICA do tratamento FM aos 36 meses, foi de 22,27 m³ ha⁻¹, variando de 5,20 a 6,95 m³ ha⁻¹, nos demais tratamentos.

Benin *et al.* (2014), obtiveram ao terceiro ano volume por hectare de 31,61, 34,72, 41,05 e 66,55 m³ ha⁻¹, respectivamente aos espaçamentos iniciais de 4 m x 4m, 4 m x 3 m, 3 m x 3 m, e 2 m x 3 m. Serpe (2015), aos 6 anos de idade, verificou um IMA variando de 30,00 m³ ha⁻¹ ano⁻¹, no tratamento sem adubação, a 54,40 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ no tratamento com adubação. Dias (2016) para o *Eucalyptus benthamii*, registrou ICA e IMA médios dos diferentes tratamentos de 52,40 e 32,31 m³ ha ano⁻¹ no terceiro ano, sendo que no quarto ano foram registrados ICA e IMA de 137,95 e 58,72*² m³ ha ano⁻¹, respectivamente.

*² Valores sem aplicação do fator de forma no cálculo do volume

Dias (2016) em experimento de estudo de adubação fosfatada, com diferentes doses, no município de Otacílio Costa (SC), com espaçamento 2,5 x 2,5 m, para o *Eucalyptus benthamii*, registrou ICA e IMA médios dos diferentes tratamentos de 52,40 e 32,31 m³ ha ano⁻¹ no terceiro ano, sendo que no quarto ano foram registrados ICA e IMA de 137,95 e 58,72*³ m³ ha ano⁻¹, respectivamente.

TABELA 6 – INCREMENTO MEDIO ANUAL (IMA) E INCREMENTO CORRENTE ANUAL (ICA) DO *E. benthamii* EM MONOCULTIVO (FM) e INTEGRADO COM LAVOURA E PASTAGEM (PF, LPF e LF) AOS 12, 24 e 36 MESES, FAZENDA UFPR, PINHAIS-PR, 2016.

Tratamento	Incremento Médio Anual (m ³ .ha ⁻¹)			Incremento Corrente Anual (m ³ .ha ⁻¹)		
	12 meses	24 meses	36 meses	12 meses	24 meses	36 meses
PF	0,06 aB	1,86 bB	7,50 bA	0,06 aB	1,80 bAB	5,64 bA
LPF	0,06 aB	1,88 bAB	7,07 bA	0,06 aB	1,82 bAB	5,20 bA
LF	0,10 aB	3,00 bB	9,95 bA	0,10 aB	2,90 bB	6,95 bA
FM	0,21 aC	12,24 aB	34,50 aA	0,21 aC	12,03 aB	22,27 aA

PF=Pecuária-Floresta; LPF= Lavoura-Pecuária-Floresta; LF= Lavoura-Floresta; FM= Floresta-Maciço. As médias, seguidas por letras minúsculas idênticas na mesma coluna e por letras maiúsculas idênticas na mesma linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p<0,05).

FONTE: O Autor (2017).

4.4 CONCLUSÕES

Aos 36 meses o crescimento médio de DAP e altura total do *Eucalyptus benthamii* nos tratamentos PF, LPF, LF e FM, foram compatíveis com os citados em experimentos monoculturais. Os tratamentos não apresentaram relação direta com a quantidade de árvores remanescentes até os 36 meses. Não houve variação significativa aos 36 meses no volume de madeira por hectare entre os tratamentos PF, LPF e LF, contudo o volume de madeira por hectare do tratamento FM foi superior aos demais tratamentos somente em função da maior densidade de plantas por hectare.

*³ Valores sem aplicação do fator de forma no cálculo do volume

REFERENCIAS

- ARNOLD, R.J.; CLARKE, B. LUO, J. Trial of cold-tolerant eucalypt species in cooler regions of South Central China. Canberra: ACIAR, 106 p. (ACIAR Technical reports, 57). 2004.
- BENIN, C. C.; WIONZEK, F. B.; WATZLAWICK, L. F. Initial assessments on the plantation of *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage deployed in different spacing. Applied Research & Agrotechnology, Guarapuava-PR, v.7, n.1, p.55-61, 2014.
- BENIN, Cristiane Carla; WIONZEK, Francielle Brandalise; WATZLAVICK, Luciano Farinha. INCREMENTO ANUAL EM DIÂMETRO E ALTURA EM PLANTIO DE *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage SOB DIFERENTES ESPAÇAMENTOS. Anais 4º Congresso Florestal Paranaense, 2012. Disponível http://malinovski.com.br/CongressoFlorestal/Trabalhos/04-Manejo_Plantadas/MFPlantadas-Artigo-13.pdf, acesso 26/10/2016
- BERNARDI, C. A. Avaliação de diferentes sistemas de preparo do solo no desenvolvimento inicial de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage na região de Guarapuava, PR. Irati, 46p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, 2010.
- BERNARDI, Camila Motta Marin; MACEDO, H. R., PINHEIRO, R. S. B., & FREITAS, M. L. M. Florestas plantadas de eucalipto em sistemas silvipastoris e o impacto da entrada do componente animal. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 9, n. 5, p. 125-132, dez, 2014.
- BERNARDINO, F. S. e GARCIA, B. Sistemas silvipastoris. Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo, n.60, p.77-87, dez. Edição Especial. 2009.
- BERNARDO, A.L. Crescimento, produção de biomassa e eficiência nutricional de três espécies de *Eucalyptus spp* sob diferentes densidades populacionais na região de cerrado de Minas Gerais. Tese (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 88p. 1995.
- BOTELHO, S. A. Espaçamento. In: Scolforo. J. R. S. Manejo Florestal. Lavras: UFLA/FAEPRE, P. 381-405. 1998.
- CALDEIRA, M.V.W.; SCHUMACHER, M.V.; SCHEEREN, L.W.; WATZLAWICK, L. F. O. Kuntze. Relação hipsométrica para *Araucaria angustifolia* (Bert.) na região oeste do estado do Paraná. Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais, Curitiba, v.1, n.2, p.79-88, 2003.
- CALIL, F. N.; VIERA, M.; SCHUMACHER, M. V.; LOPES, V. G.; WITSCHORECK, R. Biomassa e nutrientes em sistema agrossilvicultural no extremo sul do Brasil. Ecologia e Nutrição Florestal, Santa Maria-RS, v.1, n.2, p.80-88, mai./ago., 2013.
- CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; XAVIER, D. F. et al. Estabelecimento de sistemas silvipastoris: ênfase em áreas montanhosas e solos de baixa fertilidade. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite (Circular Técnica, 68). 2002.

CARVALHO, M. M.; FREITAS, V. P.; ANDRADE, A.C. Crescimento inicial de cinco gramíneas tropicais em um sub-bosque de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* Benth.). *Past. Trop.*, v.17, p.24-30, 1995.

CARVALHO, Margarida M.; XAVIER, D. F. Sistemas silvipastoris para recuperação e desenvolvimento de pastagens. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite–FAO, 2000.

DIAS-FILHO, M. B.; FERREIRA, J. N. Barreiras para a adoção de sistemas silvipastoris. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, Lavras. Tema em evidência: relação custo benefício: anais. Lavras: NEFOR: UFLA, p. 347-365. 2007.

DIAS, L. P. R.; GATIBONI, L. C.; ERNANI, P. R.; MIQUELLUTI, D, J.; CHAVES, D. M.; BRUNETTO, G. Substituição parcial de fosfato solúvel por natural na implantação de *Eucalyptus benthamii* e *Eucalyptus dunnii* no Planalto Sul Catarinense. *Ciência do Solo*, Viçosa, v.38, n.2, p.516-523, 2014.

DIAS, Luciana Patrícia Rosa. Fósforo e boro na adubação de *Eucalyptus dunnii* e *Eucalyptus benthamii* em solos do Planalto Sul Catarinense. 2016. 158f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo - Área: Fertilidade e Nutrição de Plantas) - Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pósgraduação em Ciências Agrárias, Lages, 2016.

FOTAN, I. C. I. Dinâmica de copa e crescimento de clones de eucalipto submetidos a desrama em sistema agroflorestal. 2007. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal)–Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

GARCIA, R.; COUTO, L.; ANDRADE, C. M. S.; TSUKAMOTO FILHO, A. de A. Sistemas silvipastoris na região sudeste: A experiência da CMM. Texto da palestra apresentada no Seminário "Sistemas Agroflorestais e Desenvolvimento Sustentável" - Campo Grande MS, 2003. <http://saf.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/22.pdf>. Acesso em: 09 Nov. 2016.

HIGA, A. R.; CARVALHO, P. E. R. Sobrevivência e crescimento de doze espécies de eucalipto em Dois Vizinhos, Paraná. *Silvicultura*, São Paulo, v. 2, n. 42, p. 459-461, 1990.

HIGA, R. C. V.; PEREIRA, J. C. D. Usos Potenciais do *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cabbage. Colombo: Embrapa Florestas, 4p. (Embrapa Florestas. Comunicado Técnico, 100). 2003.

IBÁ (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES). Ibá 2014. Brasília: 100p., 2014.

JOSE. F. Agroforestry for ecosystem service and environmental benefits: an overview. *Agroforestry Systems*. v. 76, p. 1-10, 2009.

KLEINPAUL, I. S.; SCHUMACHER, M. V.; VIERA, M.; NAVROSKI, M. C. Plantio misto de *Eucalyptus urograndis* e *Acacia mearnsii* em sistema agroflorestal: I – Produção de biomassa. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 20, n. 4, p. 621-627, out.-dez., 2010.

LAURA, Valdemir Antônio; ALVES, Fabiana Villa, ALMEIDA, Roberto Giolo de / editores técnicos. Sistemas agroflorestais: a agropecuária sustentável. -- Brasília: Embrapa. 208 p., 2015.

LEITE, F. P.; BARROS, N. F. de; NOVAIS, R. F. de; SANS, L.A; FABRES, A. S. Crescimento de *Eucalyptus grandis* em diferentes densidades populacionais. Revista *Árvore*, Viçosa, MG; v. 21, n. 3, p. 313-321, jul/ser. 1997.

LUNELLI, N. P.; RAMOS, F. S.; OLIVEIRA JÚNIOR, C. J. F. Agroflorestas e externalidades. Revista Verde (Mossoró – RN - BRASIL), v. 8, n. 5, p. 163 - 170, (Edição Especial) dezembro, 2013.

MACEDO, R. L. G., VALE, A.B., VENTURIN, N. Eucalipto em sistemas agroflorestais. Lavras: UFLA, 331p., 2010.

MACEDO, R. L. G.; BEZERRA, R. G.; VENTURIN, N.; VALE, R. S.; OLIVEIRA, T. K. Desempenho silvicultural de clones de eucalipto e características agronômicas de milho cultivados em sistema silviagrícola. Revista *Árvore*, Viçosa-MG, v.30, n.5, p.701-709, 2006.

MOTT, G. O.; LUCAS, H. L. The design, conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 6, 1952, Pennsylvania. Proceedings..., Pennsylvania, p. 1380 – 1385. 1952.

NAIR, P. K. R. Perspective: The coming of age of agroforestry. *J Sci Food Agric* 87:1613–1619. 2007.

NISGOSKI, S.; MUÑIZ, G. I. B.; KLOCK, U. Caracterização anatômica da madeira de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cabbage. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v.8, n.1, p. 67-76 67. 1998.

OECD/FAO (ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT / FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS). OECD-FAO Agricultural Outlook 2012-2021. OECD Publishing and FAO. 2012.

OLIVEIRA NETO, S. N., PAIVA, H.N. Implantação e manejo do componente arbóreo em sistema agrossilvipastoril. In: Oliveira Neto, S. N., Vale, A.B., Nacif, A.P., Vilar, M.B., Assis, J.B. (Ed.). Sistema agrossilvipastoril: integração lavoura, pecuária e floresta. Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais, p.15-68, 2010.

OLIVEIRA NETO, S. N.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; NEVES, J. C. L. Produção e distribuição de biomassa em *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. em resposta à adubação e ao espaçamento. Revista *Árvore*, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 15–23, 2003.

OLIVEIRA, T. K. Sistema agrossilvipastoril com eucalipto e braquiária sob diferentes arranjos estruturais em área de cerrado. 150p. Tese - Doutorado em Engenharia Florestal - Universidade Federal de Lavras – MG. 2005.

OLIVEIRA, T. K., MACEDO, R. L. G., VENTURIN, N., & HIGASHIKAWA, E. M. Desempenho silvicultural e produtivo de eucalipto sob diferentes arranjos espaciais em sistema agrossilvipastoril. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v. 1, p. 1-9, 2009.

PALUDZYSZYN FILHO, E. P.; SANTOS, P. E. T. Programa de melhoramento genético de eucalipto da Embrapa Florestas: resultados e perspectivas Colombo: Embrapa Florestas, 2011.

PALUDZYSZYN FILHO, E. P.; SANTOS, P. E. T.; FERREIRA, C. A. Eucaliptos Indicados para Plantio no Estado do Paraná. Colombo: Embrapa Florestas, 2006.

PEREIRA, Ana Carolina Machado, DE ALMEIDA, J. C. C., MOREIRA, T. G. B., ZANELLA, P. G., DE CARVALHO, C. A. B., DE MORAIS, L. F. & Lima, M. A. Avaliação do Componente Arbóreo e Forrageiro de Sistemas Silvopastoris na Mesorregião dos “Campos das Vertentes” de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, v. 5, n. 1, 2015.

PEREIRA, J. C. D.; STURION, J. A.; HIGA, A. R.; HIGA, R. C. V.; SHIMIZU, J. Características da madeira de algumas Espécies de eucalipto plantadas no Brasil. Colombo: Embrapa Florestas, 113p. (Embrapa Florestas. Documentos, 38). 2000.

PORFIRIO-DA-SILVA, V., MORAES, A.; MOLETTA, J.L.; PONTES, L.S.; OLIVEIRA EB, PELISSARI A, de CARVALHO PCF. Danos causados por bovinos em diferentes espécies arbóreas recomendadas para sistemas silvipastoris. *Pesquisa Florestal Brasileira* 32:67–76. 2012.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V., MEDRADO, M.J.S., NICODEMO, M.L.F., DERETI, R.M. Arborização de pastagens com espécies florestais madeireiras: implantação e manejo. Colombo: Embrapa Florestas, 48p, 2010.

QUINKENSTEIN, A.; WÖLLECKE, J.; BÖHM, C.; GRÜNEWALD, H.; FREESE, D.; SCHNEIDER, B. U.; HÜTTL, R. Ecological benefits of the alley cropping agroforestry system in sensitive regions of Europe. *Environmental Science e Policy*, v.12. p.1112-1121. 2009.

SARTÓRIO, Ian Pereira. Avaliação e modelagem do crescimento de florestas energéticas de eucalipto plantadas em diferentes densidades. 2014. 136 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. 2014.

SCOLFORO, J.R.S. *Biometria Florestal 2, Técnicas de regressão aplicada para estimar: volume, biomassa, relação hipsométrica e múltiplos produtos de madeira.* Lavras, UFLA/FAEPE/DCF, 292p., 1997.

SERPE, Edson Luis. Efeitos de diferentes dosagens de adubação no crescimento inicial de *Eucalyptus benthamii* na região sul do estado do Paraná -- Irati, PR. Dissertação (mestrado) – UNICENTRO, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, área de concentração em Manejo Florestal. 82f. 2015.

SILVA, Luciana Duque. Melhoramento Genético de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage Visando a Produção de Madeira Serrada em Áreas de Ocorrência de

Geadas Severas. Tese (doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. 2008.

SILVA, I. C. Sistemas agroflorestais: conceitos e métodos. 1 ed. – Itabuna: SBSAF. 308 p., 2013.

SILVA, F. de A. S. e. & AZEVEDO, C. A. V. de. A New Version of the Assisat-Statistical Assistance Software. In: World Congress on Computers in Agriculture, 4, Orlando-FL-USA: Anais... Orlando: American Society of Agricultural and Biological Engineers, p.393-396. 2006.

SILVA, F. de A. S. e. & AZEVEDO, C. A. V. de. Principal Components Analysis in the Software Assisat-Statistical Attendance. In: World Congress on Computers in Agriculture, 7, Reno-NV-Usa: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SOUZA, K. K. F.; Efeito da adubação mineral no crescimento e produção de óleo essencial de espécies florestais no primeiro planalto paranaense, Pinhais-PR. Tese (doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 142 f., 2015.

VIEIRA, M.; SCHUMACHER, M. V. Biomassa em povoamentos monoespecíficos e mistos de eucalipto e acácia-negra e do milho em sistema agrossilvicultural. Cerne, Lavras, v. 17, n. 2, p. 259-265, abr./jun. 2011.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo objetivou contribuir com subsídios sobre o componente arbóreo (eucalipto) em sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) avaliando o desempenho no estabelecimento inicial em área de proteção ambiental (APA) do Rio Iraí, em Pinhais/Paraná, Brasil.

Constatou-se que é possível o estabelecimento do componente arbóreo em SIPA sem uso de agrotóxicos.

O modelo de produção agropecuário predominante mundialmente é simplista do ponto de vista ecológico e apresenta potencial significativo de deterioração do meio ambiente, da rentabilidade na produção de grãos, fibras e proteína animal comprometendo a sustentabilidade dos sistemas agropecuários. A necessidade de se construir sistemas de produções diversificados, mais heterogêneos é de fundamental importância para a sustentabilidade do uso racional dos recursos naturais. A utilização de animais em pastagens integradas com a agricultura e cultivos florestais estimulam sobremaneira a diversidade e a geração de serviços ecossistêmicos importantes.

Dentre as estratégias de aumento de diversidade em sistemas de produção agropecuário, a introdução do componente arbóreo é uma opção indicada para propriedades rurais de pequeno, médio e grande portes, tanto em regiões de produtoras de grãos, como para aquelas tradicionalmente pecuárias e de cultivos florestais. Com o aumento da variabilidade dos organismos vivos componentes do agroecossistema e a diversificação das atividades econômicas na propriedade rural, a renda do produtor diversifica pela maior variedade de produtos (grãos, carne ou leite e madeira) para comercialização durante o ano, possibilitando a permanência na atividade dos produtores rurais.

5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Embora os resultados neste estudo sejam animadores para a utilização do *Eucalyptus benthammi* em SIPA nas condições subtropicais, há necessidade de continuidade dos experimentos, visto se tratar do desempenho inicial do ciclo do eucalipto, que de forma geral gira em torno de 18 anos.

Além do desempenho silvicultural do *Eucalyptus benthammi* em SIPA até completar o ciclo para colheita, existem ainda questões a serem trabalhadas, como o melhor momento para realização de desbaste e colheita, a densidade ideal para cada sistema de integração, a qualidade e a utilização da madeira, a dinâmica da ciclagem de nutrientes do componente florestal. Nesse sentido, fazem-se necessários ainda, além da continuidade dos experimentos existentes, o desenvolvimento de novas pesquisas.

REFERÊNCIAS GERAIS

- ABRAF - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. Anuário estatístico. ABRAF 2013, ano base 2012 / ABRAF. Brasília: 148 p. 2013.
- ACOSTA, M. S. Productos sólidos a partir de madera de eucaliptos cultivados. Entre Rios: INTA, (CIDEU, Boletín). 15 p. 2006.
- ALMEIDA, R.G.; ZIMMER, A.H.; KICHEL, A.N.; MACEDO, M.C.M.; COSTA, J.A.A. Estratégias de recuperação de pastagens por intermédio de sistemas integrados de produção de carne bovina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA – ZOOTEC, 22. 2012, Cuiabá. Anais. Cuiabá: UFMT; ABZ, 2012. p. 1-34. 1 CD-ROM.
- ALVES, I. C. N.; GOMIDE, J. L.; COLODETTE, J. L.; SILVA, H. D. da. Caracterização tecnológica da madeira de *Eucalyptus benthamii* para produção de celulose Kraft. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 21, n. 1, p. 167-174, 2011.
- AMPARADO, K. F.; CARVALHO, A. M.; GARCIA, R. A.; LATORRACA, J. V. F. Caracterização do rendimento em madeira serrada de *Eucalyptus saligna* Smith nas condições verde e seca. Revista Florestal Venezolana, ano XLII, v. 52, p. 71-76, 2008.
- ANDERSON, G. W.; HAWKE, M.; MOORE, R. W. Pine needle consumption and bark stripping by sheep grazing annual pastures in young stands of widely spaced *Pinus radiata* and *P. pinaster*. Agroforestry Systems 3:37-45, 1985.
- ANDRADE, E. N. O Eucalipto. São Paulo: Cia. Paulista de Estradas de Ferro. 2ª Edição, 680p. 1961.
- ANGELI, A. Indicações para escolha de espécies de *Eucalyptus*. Supervisão: BARRICHELO, L. E. G. e Eng. MULLER, P. H. IPEF. 2005. <http://www.ipef.br/identificacao/eucalyptus/indicacoes.a.sp>. Acesso em: 18 nov. 2016.
- ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F.; COSTA, S. E. V. G. A. Tópicos em Ciência do Solo. In: Araújo, A. P.; Avelar, B. J. R., (Eds.) Abordagem sistêmica do solo em sistemas integrados de produção agrícola e pecuária no subtropico brasileiro. 8ª ed. Viçosa: UFV, cap. 8, p. 221-278. 2013.
- ARNOLD, R.J.; CLARKE, B. LUO, J. Trial of cold-tolerant eucalypt species in cooler regions of South Central China. Canberra: ACIAR, 106 p. (ACIAR Technical reports, 57). 2004.
- AYRES, E. C. B.; RIBEIRO, A. E. M. Inovações agroecológicas no nordeste de Minas Gerais: o caso dos sistemas agroflorestais na agricultura familiar do alto Jequitinhonha. Organizações Rurais & Agroindustriais, Lavras, v. 12, n. 3, p. 344-354, 2010.
- BAGGIO, A. J.; SCHREINER, H. G. Análise de um sistema silvipastoril com *Pinus elliottii* e gado de corte. Boletim de Pesquisa Florestal, Curitiba, n. 16, p. 19-29, 1988.
- BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MORAES, A; MARTÍNEZ, G. B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P. R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.46, n.10, p. 1-12, 2011.
- BARBOSA, C. M. P.; GONZALEZ, L. R.; CAÇÃO, M. M. de F.; BRITO, J. de J.; SILVA FILHO, O. C.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Danos causados por ovelhas em árvores de eucalipto em um sistema silvipastoril distribuído em dois modelos espaciais. IN: Simpósio Internacional de Arborização de Pastagens em Regiões Subtropicais (1: 2013: Curitiba, PR). Colombo: Embrapa Florestas (Documentos 268), 2014.
- BARCELLOS, D. C.; COUTO, L. C.; MULLER, M. D.; COUTO, L. O estado-da-arte da qualidade da madeira de eucalipto para a produção de energia: um enfoque nos tratamentos silviculturais. Biomassa e Energia, Viçosa, v. 2, n. 2, p. 141-158, 2005.
- BENIN, C. C.; WIONZEK, F. B.; WATZLAWICK, L. F. Initial assessments on the plantation of *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage deployed in different spacing. Applied Research & Agrotechnology, Guarapuava-PR, v.7, n.1, p.55-61, 2014.
- BENIN, Cristiane Carla; WIONZEK, Francielle Brandalise; WATZLAWICK, Luciano Farinha. INCREMENTO ANUAL EM DIÂMETRO E ALTURA EM PLANTIO DE *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage SOB DIFERENTES ESPAÇAMENTOS. Anais 4º Congresso Florestal Paranaense, 2012.

- Disponível http://malinovski.com.br/CongressoFlorestal/Trabalhos/04-Manejo_Plantadas/MFPlantadas-Artigo-13.pdf, acesso 26/10/2016
- BENSON, D. H. Aspects of the ecology of a rare tree species, *Eucalyptus benthamii*, at Bents Basin, Wallacia. *Cunninghamia*, v. 1, n. 3, p. 371-383, 1985.
- BENSON, D.; McDOUGALL, L. Ecology of Sydney plant species: part 6 dicotyledon family Myrtaceae. *Cunninghamia*, Sydney, v. 5, n. 4, p. 809-987, 1998.
- BERNARDI, C. A. Avaliação de diferentes sistemas de preparo do solo no desenvolvimento inicial de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage na região de Guarapuava, PR. Irati, 46p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, 2010.
- BERNARDI, C. A. Avaliação de diferentes sistemas de preparo do solo no desenvolvimento inicial de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage na região de Guarapuava, PR. Irati, 46p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, 2010.
- BERNARDI, C. M. M.; MACEDO, H. R., PINHEIRO, R. S. B., & FREITAS, M. L. M. Florestas plantadas de eucalipto em sistemas silvipastoris e o impacto da entrada do componente animal. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 9, n. 5, p. 125-132, 2014.
- BERNARDINO, F. S.; GARCIA, B. Sistemas silvipastoris. *Pesquisa Florestal Brasileira*, Colombo, n.60, p.77-87, dez. Edição Especial. 2009.
- BERNARDINO, F. S. Sistema silvipastoril com eucalipto: produtividade do sub-bosque e desempenho de novilhos sob fertilização nitrogenada e potássica. Viçosa: UFV, 112 p. Tese de Doutorado. 2007.
- BERNARDO, A. L. Crescimento, produção de biomassa e eficiência nutricional de três espécies de *Eucalyptus spp* sob diferentes densidades populacionais na região de cerrado de Minas Gerais. Tese (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 88p. 1995.
- BERRIDGE, K. C.; KRINGELBACH, M. L. Affective neuroscience of pleasure: reward in humans and animals. *Psychopharmacology*, v. 199, n. 3, p. 457-480, 2008.
- BOCAGE, I.; ULERY, A. Caracterización anatómica de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage cultivado en Uruguay. In: jornada forestal: visita a ensayos de silvicultura y mejoramiento de pinus y eucaliptos. Colonvade. 2005.
- BOTELHO, S. A. Espaçamento. In: Scolforo. J. R. S. Manejo Florestal. Lavras: UFLA/FAEPRE, P. 381-405. 1998.
- BRASIL. Lei Nº 6.902, de 27 de abril de 1981. Dispõe sobre a criação de Estações Ecológicas, Áreas de Proteção Ambiental e dá outras providências. Casa Civil da Presidência da República. Brasília: 1981.
- BRASIL. Lei Nº 12.805, de 29 de abril de 2013. Institui a Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta e altera a Lei nº 8.171, de 17 de janeiro de 1991. Casa Civil da Presidência da República. Brasília: DOU de 30.4.2013. 2013.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura: plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério do Desenvolvimento Agrário, coordenação da Casa Civil da Presidência da República. Brasília: MAPA/ACS, 173 p. 2012.
- BRONDANI, G. E.; WENDLING, I.; DUTRA, L. F.; GROSSI, F. Propagação Vegetativa de *E. benthamii* x *E. dunnii* por Miniestaquia. Colombo: Embrapa Florestas, 42p. (Embrapa Florestas. Documentos, 183). 2009.
- BUTCHER, P. A.; SKINNER, A. K.; GARDINER, C. A. Increased inbreeding and inter-species gene flow in remnant populations of the rare *Eucalyptus benthamii*. *Conservation Genetics*, v. 6, n. 2, p. 213-226, 2005.
- CAIXETA, R. P.; TRUGILHO, P. F.; ROSADO, S. C. S.; LIMA, J. T. Propriedades e classificação da madeira aplicada a seleção de genótipos de *Eucalyptus*. *Árvore*, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 23-51, 2003.
- CALDEIRA, M.V.W.; SCHUMACHER, M.V.; SCHEEREN, L.W.; WATZLAWICK, L. F. O. Kuntze. Relação hipsométrica para *Araucaria angustifolia* (Bert.) na região oeste do estado do Paraná. *Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais*, Curitiba, v.1, n.2, p.79-88, 2003.

- CALIL, F. N.; VIERA, M.; SCHUMACHER, M. V.; LOPES, V. G.; WITSCHORECK, R. Biomassa e nutrientes em sistema agrossilvicultural no extremo sul do Brasil. *Ecologia e Nutrição Florestal*, Santa Maria-RS, v.1, n.2, p.80-88, mai./ago., 2013.
- CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; XAVIER, D. F. et al. Estabelecimento de sistemas silvipastoris: ênfase em áreas montanhosas e solos de baixa Anais do ZOOTEC'2005 - 24 a 27 de maio de 2005 – Campo Grande-MS fertilidade. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite. (Circular Técnica, 68). 2002.
- CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; XAVIER, D. F. et al. Estabelecimento de sistemas silvipastoris: ênfase em áreas montanhosas e solos de baixa fertilidade. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite (Circular Técnica, 68). 2002.
- CARVALHO, M. M.; FREITAS, V. P.; ANDRADE, A.C. Crescimento inicial de cinco gramíneas tropicais em um sub-bosque de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* Benth.). *Past. Trop.*, v.17, p.24-30, 1995.
- CARVALHO, Margarida M.; XAVIER, D. F. Sistemas silvipastoris para recuperação e desenvolvimento de pastagens. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite–FAO, 2000.
- CARVALHO, P. C. de F.; MORAES, A. de, SILVEIRA PONTES, L. da, ANGHINONI, I., SULC, R. M., BATELLO, C. Definições e terminologias para Sistema Integrado de Produção Agropecuária. *Revista Ciência Agronômica*, v. 45, n. 5, p. 1040-1046, 2014.
- CASTRO, C.R.T.; PACIULLO, D.S.C. Boas práticas para a implantação de sistemas silvipastoris. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 6 p. (Embrapa Gado de Leite. Comunicado Técnico, 50). 2006.
- CHANG, M.Y. Faxinais no Paraná. Londrina, PR: Instituto Agrônômico do Paraná - IAPAR, 26p. 1985.
- CORDEIRO, L. A. M., VILELA, L., MARCHÃO, R. L., KLUTHCOUSKI, J., MARTHA- JÚNIOR, G. B. Integração Lavoura-Pecuária e Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: estratégias para intensificação sustentável do uso do solo. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, v. 32, n. 1/2, p. 15-53, 2016.
- DA SILVA, L. A. C., & DE LIMA MEIRELLES, P. R. Uso do eucalipto em sistemas integrados de produção animal. *JORNACITEC*, 2. 2013.
- DANIEL, O.; COUTO, L. Diagnóstico de Situação e Necessidades para o Desenvolvimento de SAF's em Mato Grosso do Sul. In: seminário "sistemas agroflorestais e desenvolvimento sustentável", 2003, Campo Grande. Anais... Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 15 p. 1 CD-ROM, 2001.
- DARROW, W. K. Selection of eucalypt species for cold and dry areas in South Africa. In: CRCTHF-IUFRO CONFERENCE, 1995, Hobart. Eucalypt plantations: improving fibre yield and quality. Hobart: CRC, 1995. p. 336-338. Disponível em: <<http://www.forestry.crc.org.au/iufro95.htm#theme2>>. Acesso em: 14 jun. 2005.
- DE ALMEIDA, R. G.; MACEDO, M. C. M.; ALVES, F. V. Integración de sistemas de cultivo-ganadería-forestal con énfasis en la producción de carne. Universidad Nacional de Colombia, Medellín, II Congreso Colombiano y 1er Seminario Internacional Silvopastoreo, 2012.
- DIAS, L. P. R.; GATIBONI, L. C.; ERNANI, P. R.; MIQUELLUTI, D, J.; CHAVES, D. M.; BRUNETTO, G. Substituição parcial de fosfato solúvel por natural na implantação de *Eucalyptus benthamii* e *Eucalyptus dunnii* no Planalto Sul Catarinense. *Ciência do Solo*, Viçosa, v.38, n.2, p.516-523, 2014.
- DIAS, Luciana Patrícia Rosa. Fósforo e boro na adubação de *Eucalyptus dunnii* e *Eucalyptus benthamii* em solos do Planalto Sul Catarinense. 2016. 158f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo - Área: Fertilidade e Nutrição de Plantas) - Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pósgraduação em Ciências Agrárias, Lages, 2016.
- DIAS-FILHO, M. B. Sistemas silvipastoris na recuperação de pastagens tropicais degradadas. In: GONZAGA NETO, S.; COSTA, R. G.; PIMENTA FILHO, E. C.; CASTRO, J. M. C. Simpósio a reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, 43. João Pessoa. Anais... João Pessoa: SBZ: UFPB, 2006 (Suplemento especial da Revista Brasileira de Zootecnia, v. 35). p. 535-553. 2006.
- DIAS-FILHO, M. B.; FERREIRA, J. N. Barreiras para a adoção de sistemas silvipastoris. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, Lavras. Tema em evidência: relação custo benefício: anais. Lavras: NEFOR: UFLA, p. 347-365. 2007.
- EMBRAPA. Adoção e Adoção de ILPF chega a 11,5 milhões de hectares. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/17755008/adocao-de-ilpf-chega-a-115-milhoes-de-hectares?link=agencia>>. Acesso em: 04 nov. 2016.

- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas, Curitiba, PR. Zoneamento ecológico para plantios florestais no estado de Santa Catarina, por Antonio Aparecido Carpanezzi e outros. Curitiba, EMBRAPA CNPF, 113 p. (EMBRAPA-CNPF. Documentos, 21). 1988.
- FAO - *Food and Agriculture Organization Of The United Nations*. El eucalipto em La repoblación forestal. Roma: Organización de Las Naciones Unidas Para La Agricultura y La Alimentación, p. 723. 1981.
- FAO, FLD, IPGRI. Forest genetic resources conservation and management. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 94 p. 2004.
- FARREL, J. G.; ALTIERI, M. Sistemas agroflorestais. In: Altieri, M. Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável. 3 Ed. São Paulo, Rio de Janeiro: Expressão Popular. AS- APTA. p. 281-304, 2012.
- FOELKEL, C. E. B.; BARRICHELO, L. E. G.; MILANEZ, A. F. Estudo comparativo das madeiras de *Eucalyptus saligna*, *E. paniculata*, *E. citriodora*, *E. maculata* e *E. tereticornis* para a produção de celulose sulfato. IPEF, Piracicaba, n. 10, p. 17-37, 1975.
- FOTAN, I. C. I. Dinâmica de copa e crescimento de clones de eucalipto submetidos a desrama em sistema agroflorestal. 2007. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal)–Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.
- GALZERANO, L.; MORGADO, E. Eucalipto em sistemas agrossilvipastoris. Revista Eletrônica de Veterinária, Garça-SP v. 9, n. 3, 2008.
- GARCIA, R.; COUTO, L.; ANDRADE, C. M. S.; TSUKAMOTO FILHO, A. de A. Sistemas silvipastoris na região sudeste: A experiência da CMM. Texto da palestra apresentada no Seminário "Sistemas Agroflorestais e Desenvolvimento Sustentável" - Campo Grande MS, 2003. <http://saf.cnpgc.embrapa.br/publicacoes/22.pdf>. Acesso em 18 Nov. 2016.
- GARRET, H. E.; KERLEY, M. S.; LADYMAN, K. P.; WALTER, W. D.; GODSEY, L. D.; VAN SAMBEEK, J. W.; BRAUER, D.K. Hardwood silvopasture management in North America. *Agrofor Syst* 61:21–33. 2004.
- GILL, R. M. A review of damage by mammals in north temperate forests: 3. impact on trees and forests. *Forestry*. 65:363–388. 1992.
- GLASER, F.D., 2008. Aspectos comportamentais de bovinos das raças Angus, Caracu e Nelore a pasto frente à disponibilidade de recursos de sombra e água para imersão. 117 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade de São Paulo (USP), Pirassununga. 2008.
- GRAÇA, M. E. C.; SHIMIZU, J. Y.; TAVARES, F. R. Capacidade de rebrota e de enraizamento de *Eucalyptus benthamii*. *Boletim de Pesquisa Florestal*, Colombo, n. 39, p. 135-138, 1999.
- GUERREIRO, M. F.; NICODEMO, M. L. F.; PORFIRIO-DA-SILVA, V. Vulnerability of ten eucalyptus varieties to predation by cattle in a silvopastoral system. *Agroforestry System*, n. 89, p.743-749, 2015.
- HIGA, A. R.; CARVALHO, P. E. R. Sobrevivência e crescimento de doze espécies de eucalipto em Dois Vizinhos, Paraná. *Silvicultura*, São Paulo, v. 2, n. 42, p. 459-461, 1990.
- HIGA, R. C. V. Aspectos ecológicos e silviculturais do *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage. *Boletim de Pesquisa Florestal*; 38: 121-123. 1999.
- HIGA, R. C. V.; MORA, A. L.; HIGA, A. R. Plantio de eucalipto na pequena propriedade rural. Colombo: Embrapa Florestas, 31p. (Embrapa Florestas. Documentos, 54). 2000a.
- HIGA, R. C. V.; PEREIRA, J. C. D. Usos Potenciais do *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage. Colombo: Embrapa Florestas, (Embrapa Florestas. Comunicado Técnico, 100). 2003.
- HIGA, R. C. V.; WREGGE, M. S.; HIGA, A. R.; SANTOS, G. A. Considerações sobre exigências climáticas de *Eucalyptus benthamii*. In: SILVA, Luciana Duque; HIGA, Antonio Rioyei; SANTOS, Glêison Augusto dos (Coord.). *Silvicultura e melhoramento genético de Eucalyptus benthamii*. Curitiba, PR: Fupef, Cap. 1. p. 11-19. 2012.
- HIGASHI, E. N.; SILVEIRA, R. L. V. de A.; GONÇALVES, A. N. Propagação vegetativa de *Eucalyptus*: princípios básicos e a sua evolução no Brasil. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - IPEF, 11 p. (Circular Técnica IPEF, 192). 2000.

- IBÁ (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES). Relatório Anual Ibá 2016. Brasília: 100 p., 2016.
- IBÁ (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES). Relatório Anual Ibá 2014. Brasília: 100 p., 2014.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ - IAPAR. Cartas climáticas do Estado do Paraná: classificação climática. 2.000. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=863>> Acesso em: 07 dez. 2016.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Pesquisa pecuária municipal. 2006. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 18 nov 2016.
- JAEGER, P.; ZIGER, M. Avaliação das propriedades mecânicas de painéis
- JANKOWSKY, I. P.; SANTOS, G. R. V.; ANDRADE, A. Secagem da madeira serrada de eucalipto. In: Jornadas Florestais de Entre Rios, 15., 2000, Concordia. Anais... Concordia: [S. I.], p. C2-1-C2-13. 2000.
- JOSE. F. Agroforestry for ecosystem service and environmental benefits: an overview. *Agroforestry Systems*. v. 76, p. 1-10, 2009.
- JOVANOVIC, T.; BOOTH, T. H. Improved species climatic profiles. Australia: Union Offset Printing: Joint Venture Agroforestry Program, Rural Industries Research and Development Corporation, 68 p. 2002.
- KLEINPAUL, I. S.; SCHUMACHER, M. V.; VIERA, M.; NAVROSKI, M. C. Plantio misto de *Eucalyptus urograndis* e *Acacia mearnsii* em sistema agroflorestal: I – Produção de biomassa. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 20, n. 4, p. 621-627, out.-dez., 2010.
- LAURA, Valdemir Antônio; ALVES, Fabiana Villa, ALMEIDA, Roberto Giolo de / editores técnicos. *Sistemas agroflorestais: a agropecuária sustentável*. -- Brasília: Embrapa. 208 p., 2015.
- LEHMKUHLER J., FELTON E.E.D., SCHMIDT D.A., BADER K.J., MOORE A., HUCK M.B., GARRETT H.E., KERLEY M.S. Cattle performance and tree damage using various tree protection methods during tree establishment. *Agrofor Syst* 59:35–42. 2003.
- LEITE, F. P.; BARROS, N. F. de; NOVAIS, R. F. de; SANS, L.A; FABRES, A. S. Crescimento de *Eucalyptus grandis* em diferentes densidades populacionais. *Revista Árvore*, Viçosa, MG; v. 21, n. 3, p. 313-321, jul/ser. 1997.
- LIMA, E. A. de; SILVA, H. D da; LAVORANTI, O. J. Caracterização dendroenergética de árvores de *Eucalyptus benthamii*. *Pesq. flor. bras.*, Colombo, v. 31, n. 65, p. 09-17, 2011.
- LIMA, E. A. de; SILVA, H. D da; TUSSOLINI, E. L. Potencial do *Eucalyptus benthamii* para produção de carvão em fornos convencionais. Colombo: Embrapa Florestas, 4p. (Embrapa Florestas. Comunicado Técnico, 305). 2012.
- LIMA, I. L. Influência do desbaste e da adubação na qualidade da madeira serrada de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden. 137 f. Tese (Doutor em Recursos Florestais) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.
- LOBAO, S. M.; LUCIA, R. M. D.; MOREIRA, M. S. S.; GOMES, A. Caracterização das propriedades físico-mecânicas da madeira de eucalipto com diferentes densidades. *Árvore*, Viçosa, v. 28, n. 6, p. 889-894, 2004.
- LUNELLI, N. P.; RAMOS, F. S.; OLIVEIRA JÚNIOR, C. J. F. Agroflorestas e externalidades. *Revista Verde (Mossoró – RN - BRASIL)*, v. 8, n. 5, p. 163 - 170, (Edição Especial) dezembro, 2013.
- MACEDO, R. L. G., VALE, A.B., VENTURIN, N. Eucalipto em sistemas agroflorestais. Lavras: UFLA, 331p., 2010.
- MACEDO, R. L. G.; BEZERRA, R. G.; VENTURIN, N.; VALE, R. S.; OLIVEIRA, T. K. Desempenho silvicultural de clones de eucalipto e características agrônômicas de milho cultivados em sistema silviagrícola. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.30, n.5, p.701-709, 2006.
- MACEDO, R.L.G.; VALE, A.B.; VENTURIN, N. Eucalipto em sistemas agroflorestais. Lavras: UFLA, 331p. 2010.
- MALAFAIA, P., BARBOSA, J.D., TOKARNIA, C.H. & OLIVEIRA, C.M.C. Distúrbios comportamentais em ruminantes não associados a doenças: origem, significado e importância. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 31, n. 9, p. 781-790, 2011.

- MARCHIORI, J. N. C.; SOBRAL, M. Dendrologia das Angiospermas: Myrtales. Santa Maria: Editora UFSM, 304 p. 1997.
- MARTHA JUNIOR, G. B.; VILELA, L. Efeito poupa-terra de sistemas de integração lavoura-pecuária. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2009. 4 p. (Embrapa Cerrados. Comunicado Técnico, 164). Disponível em <http://bbeletronica.cpac.embrapa.br/versaomodelo/html/2009/comtec/comtec_164.shtml>. Acesso em: 05/de abr de 2017.
- MARTIN, G. O. Mantenga la sombra en sus potreros y reduzca el estrés animal. Revista Producción. 2002. Disponível em <<http://www.ecampo.com/sections/news/print.php/uuid.582F356F-2996-417A-8D93D1A411F549BD>>. Acesso em: 18 de Nov. de 2016.
- MARTINS, J. L.; SILVA, I. J. O. S.; FAGNANI, M. A. et al. Avaliação da qualidade térmica do sombreamento natural de algumas espécies arbóreas, em condição de pastagem. In: SBZ. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 39, Recife. CD-ROM. SBZ, 2002
- MASON, G.; CLUBB, R.; LATHAM, N. et al. Why and how should we use environmental enrichment to tackle stereotypic behaviour? Applied Animal Behaviour Science 102:163-188, 2007.
- MEDRADO, M. J. S. M.; SILVA, V. P. da.; DERETI, R. M., FONSECA, L.R. da; MAIER, T. F.; PINTON, A. L. M. Danos provocados em eucalipto por bovinos criados em sistema silvipastoril no município de Cruzmaltina, PR. Comunicado Técnico 243. ISSN 1517-5030. Colombo, PR. 2009.
- MELOTTO, A.M.; LAURA, V.A.; BUNGENSTAB, D. J. O componente florestal em sistemas de produção em integração. In: BUNGENSTAB, D. J. (Ed.). Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, p. 37-51. 2011.
- MENDOZA, L. Notes on *Eucalyptus benthamii* in Argentina. In: COLLOQUES INTERNATIONAL SUR LES EUCALYPTUS RESISTANTS AU FROID, 1983, Bordeaux. Annales... Bordeaux: IUFRO, p. 480. 1983.
- MILLER, T. Cattle and Trees thriving together. New Zealand Journal Agricultural, p. 53-55, 1975.
- MIRANDA, M. D. A.; NAHUZ, M. A. R. Estudo da influencia do espaçamento de plantio de *Eucalyptus saligna* nos índices de rachamento apos o desdobro e apos a secagem. Scientia Florestalis, n. 55, p. 107-116, 1999.
- MORA, A. L.; GARCIA, C. H. A cultura do eucalipto no Brasil. São Paulo: SBS, 2000.
- MORAES NETO, S. P.; PULROLNIK, K.; VILELA, L.; MUNHOZ, D. J. de M.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; MARCHÃO, R. L. Modelos hipsométricos para *Eucalyptus cloeziana* e *Eucalyptus uruphilla* x *Eucalyptus grandis* em sistema Agrossilvipastoril. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 286, 2010.
- MORAES, A.; CARVALHO, P. C. F.; BARRO, R. S.; LUSTOSA, S. B. C.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; REISENDORF-LANG, C.. Perspectivas da pesquisa em sistemas integrados de produção agrícola e pecuária no Brasil e os novos desafios. In: ANAIS
- MOTT, G. O.; LUCAS, H. L. The design, conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 6, 1952, Pensylvania. Proceedings..., Pensylvania, p. 1380 – 1385. 1952.
- MOURA, V. P. G.; GUIMARAES, D. P. Produção de mudas de Eucalyptus para o estabelecimento de plantios florestais. Brasília: Embrapa, 9 p. (Embrapa, Comunicado Técnico, 85). 2003.
- MÜLLER, B.V. Efeito de sistemas de desdobro na qualidade e rendimento de madeira serrada de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cabbage. Curitiba, 119p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, 2013.
- NAIR, P. K. R. Carbons sequestration studies in agroforestry systems. Agroforest Systems. v.86, n.2, p.243-253, 2012.
- NAIR, P. K. R. Perspective: The coming of age of agroforestry. J Sci Food Agric 87:1613–1619. 2007.
- NAIR, P.K.R. An Introduction to Agroforestry. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands. 499 p. 1993.

- NICODEMO, M.L.F.; SILVA, V.P.; THIAGO, L.R.L.S.; LAURA, V.A. Sistemas silvipastoris: introdução de árvores na pecuária do Centro-Oeste brasileiro. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 37 p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 146). 2004.
- NISGOSKI, S.; MUÑIZ, G. I. B.; KLOCK, U. Caracterização anatômica da madeira de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage. Ciência Florestal, Santa Maria, v.8, n.1, p. 67-76 67. 1998.
- NOLTE DL (2003) Repellents are socially acceptable tools. West For 48:22–23. http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1256&context=icwdm_usdanwrc. Acesso em: 15 ago. 2016.
- OECD/FAO (ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT / FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS). OECD-FAO Agricultural Outlook 2012-2021. OECD Publishing and FAO. 2012.
- OLIVEIRA NETO, S. N. de; VALE, A. B. do; NACIF, A. de P.; VILAR, M. B.; ASSIS, J. B. de. Sistema Agrossilvipastoril: lavoura, pecuária e floresta. Viçosa-MG, Sociedade de Investigações Florestais, 190 p. 2010.
- OLIVEIRA NETO, S. N., PAIVA, H.N. Implantação e manejo do componente arbóreo em sistema agrossilvipastoril. In: Oliveira Neto, S. N., Vale, A.B., Nacif, A.P., Vilar, M.B., Assis, J.B. (Ed.). Sistema agrossilvipastoril: integração lavoura, pecuária e floresta. Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais, p.15-68, 2010.
- OLIVEIRA NETO, S. N.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; NEVES, J. C. L. Produção e distribuição de biomassa em *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. em resposta à adubação e ao espaçamento. Revista Árvore, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 15–23, 2003.
- OLIVEIRA, T. K. Sistema agrossilvipastoril com eucalipto e braquiária sob diferentes arranjos estruturais em área de cerrado. 150p. Tese - Doutorado em Engenharia Florestal - Universidade Federal de Lavras – MG. 2005.
- OLIVEIRA, T. K., MACEDO, R. L. G., VENTURIN, N., & HIGASHIKAWA, E. M. Desempenho silvicultural e produtivo de eucalipto sob diferentes arranjos espaciais em sistema agrossilvipastoril. Pesquisa Florestal Brasileira, v. 1, p. 1-9, 2009.
- ONU, População mundial deve atingir 9,6 bilhões em 2050. Disponível em: <http://www.onu.org.br/populacao-mundialdeve-atingir-96-bilhoes-em-2050-diz-novo-relatorioda-onu/>. 2013. Acesso em: 18 de nov. de 2013.
- PALUDZYSZYN FILHO, E. P.; SANTOS, P. E. T. Programa de melhoramento genético de eucalipto da Embrapa Florestas: resultados e perspectivas Colombo: Embrapa Florestas, 2011.
- PALUDZYSZYN FILHO, E. P.; SANTOS, P. E. T.; FERREIRA, C. A. Eucaliptos Indicados para Plantio no Estado do Paraná. Colombo: Embrapa Florestas, 2006.
- PALUDZYSZYN FILHO, E.; SANTOS, P. E. T. Considerações sobre o plantio de *Eucalyptus dunnii* no estado do Paraná. Colombo: Embrapa Florestas, 7p. (Embrapa Florestas. Comunicado Técnico, 141). 2005.
- PARANÁ. Decreto Nº 1.753, de 06 de maio de 1996. Instituída a Área de Proteção Ambiental na área de manancial da bacia hidrográfica do Rio Iraí, denominada APA Estadual do Iraí. Curitiba. Diário Oficial Nº 4.750. 1996.
- PEREIRA, Ana Carolina Machado, DE ALMEIDA, J. C. C., MOREIRA, T. G. B., ZANELLA, P. G., DE CARVALHO, C. A. B., DE MORAIS, L. F. & Lima, M. A. Avaliação do Componente Arbóreo e Forrageiro de Sistemas Silvipastoris na Mesorregião dos “Campos das Vertentes” de Minas Gerais. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável, v. 5, n. 1, 2015.
- PEREIRA, J. C. D.; SCHAÍTZ, E. G; SHIMIZU, J. Características físicas, químicas e rendimentos da destilação seca da madeira de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage. Colombo: Embrapa Florestas, 4p. (Embrapa Florestas. Circular Técnica, 50). 2001.
- PEREIRA, J. C. D.; STURION, J. A.; HIGA, A. R.; HIGA, R. C. V.; SHIMIZU, J. Características da madeira de algumas Espécies de eucalipto plantadas no Brasil. Colombo: Embrapa Florestas, 113p. (Embrapa Florestas. Documentos, 38). 2000.
- PINKARD, E.A. Effects of pattern and severity of pruning on growth and branch development of pré-canopy closure *Eucalyptus nitens*. Forest Ecology and Management, v. 157, p.127-230, 2002.

- PONCE, R. H. Madeira serrada de eucalipto: desafios e perspectivas. In: Seminário Internacional de Utilização da Madeira de Eucalipto para Serraria. São Paulo, p. 50-58. 1995.
- POPAY, I.; FIELD, R. Grazing animals as weed control agents. *Weed Technology*, v. 10, n.1, p.217-231, 1996.
- PORFÍRIO-DA-SILVA V., MORAES A. de, MOLETTA J.L., PONTES L.S. da, OLIVEIRA E.B. de, PELISSARI A., CARVALHO P.C.F. de. Danos causados por bovinos em diferentes espécies arbóreas recomendadas para sistemas silvipastoris. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 32:67–76. 2012.
- PORFÍRIO-DA-SILVA, V. A integração da lavoura-pecuária-floresta. *Opiniões*, ano 12, n. 40, p. 6-7, jun./ago. Editorial especial. 2015.
- PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Ecologia e manejo em sistema silvipastoril. In: FERNANDES, E.N. *et al.* (Ed.). *Sistemas agrossilvipastoris na América do Sul: desafios e potencialidades*. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, p. 51-67, 2007b.
- PORFÍRIO-DA-SILVA, V. MORAES, A. Sistemas silvipastoris: fundamentos para a implantação. In: Pires, A. V. (Ed.). *Bovinocultura de corte*, Piracicaba: FEALQ, v. 2, p. 1421-1461. 2010.
- PORFÍRIO-DA-SILVA, V. O sistema silvipastoril no Paraná: uma sinopse. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO ANIMAL A PASTO, 3., 2015, Maringá. *Anais. Maringá: Sthampa*, p. 253-272. 2015.
- PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Sistema silvipastoril para a produção de carne. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 2006, Piracicaba. *As pastagens e o meio ambiente: anais*. Piracicaba: FEALQ, p. 297-327. 2006.
- PORFÍRIO-DA-SILVA, V., MEDRADO, M.J.S., NICODEMO, M.L.F., DERETI, R.M. Arborização de pastagens com espécies florestais madeireiras: implantação e manejo. Colombo: Embrapa Florestas, 48p, 2010.
- PORFÍRIO-DA-SILVA, V., MORAES, A.; MOLETTA, J.L.; PONTES, L.S.; OLIVEIRA EB, PELISSARI A, de CARVALHO PCF. Danos causados por bovinos em diferentes espécies arbóreas recomendadas para sistemas silvipastoris. *Pesquisa Florestal Brasileira* 32:67–76. 2012.
- PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MEDRADO, M. J. S.; NICODEMO, M. L. F; DERETI, R. M. Arborização de Pastagens com Espécies Florestais Madeiras: implantação e manejo. Colombo, Embrapa Florestas, 48 p. 2010.
- PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MORAES, A. de.; MOLETTA, J. L.; SILVEIRA PONTES, L. da, OLIVEIRA, E. B. de; PELISSARI, A.; CARVALHO, P. C. de F. Danos causados por bovinos em diferentes espécies arbóreas recomendadas para sistemas silvipastoris. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v. 32, n. 70, p. 183-92, abr./jun. 2012.
- PROVENZA, F.D.; VILLALBA, J.J.; DZIBA, L.E.; ATWOOD, S.B.; BANNER, R.E. Linking herbivore experience, varied diets, and plant biochemical diversity. *Small Rumin Res* 49:257–274. 2003.
- PRYOR, L. D. Australian endangered species: *Eucalyptus*. Canberra: Commonwealth of Australia. 139 p. 1981.
- PRYOR, L. D.; JOHNSON, L. A. S. A classification of the eucalypts. Canberra: Australian National University, 1971.
- PULROLNIK, K.; VILELA, L.; MORAES NETO, S. P. de; MARCHÃO, R. L.; GUIMARÃES JÚNIOR, R. Desenvolvimento Inicial de Espécies Arbóreas no Sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento – 276). 17p. 2010.
- QUINKENSTEIN, A.; WÖLLECKE, J.; BÖHM, C.; GRÜNEWALD, H.; FREESE, D.; SCHNEIDER, B. U.; HÜTTL, R. Ecological benefits of the alley cropping agroforestry system in sensitive regions of Europe. *Environmental Science e Policy*, v.12. p.1112-1121. 2009.
- RALPHS, M.H.; PROVENZA, F.D. Conditioned food aversions: principles and practices, with special reference to social facilitation. *Proc Nutr Soc* 56:813–820. 1999.
- REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. Brasília, DF, 2012.
- ROATH, R.L., KRUEGER, W.C. Cattle Grazing and Behavior on a Forested Range. *Journal of Range Management*, Denver, v.35, n.3, p.332-338, 1982.

- ROCHA, M. P. *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus dunnii* Maiden como Fontes de Matéria Prima para Serrarias. 185 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.
- RODRIGUES, R. A. D. Variabilidade de propriedades físico-mecânicas em lotes de madeira serrada de eucalipto para a construção civil. 75 f. Dissertação (Mestre em Recursos Florestais) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.
- ROMERO, C. Trees Responses to Stem Damage. Dissertation, University of Florida, 2006.
- ROZAS MELLADO, E. C. E. Contribuição ao desenvolvimento tecnológico para a utilização de madeira serrada de *Eucalyptus grandis* (Hill Ex Maiden) na geração de produtos com maior valor agregado. 133 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1993.
- SAINT-ANDRIEUX, C.; BONENFANT, C.; TOÏGO, C.; BASILLE, M.; KLEIN, F. Factors affecting beech *tica bark stripping by red deer us elaphus in a mixed forest*. Wildlife Biology. 15:187–196. doi: 10.2981/07-100. 2009.
- SANTOS, A. F. dos; AUER, C. G.; GRIGOLETTI JÚNIOR, A. Doenças do eucalipto no sul do Brasil: identificação e controle. Colombo: EMBRAPA- CNPF. Circular Técnica 45, 20 p. 2001.
- SARTÓRIO, Ian Pereira. Avaliação e modelagem do crescimento de florestas energéticas de eucalipto plantadas em diferentes densidades. 2014. 136 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. 2014.
- SCHREINER, H.G. Relatório de consultoria técnica em agrossilvicultura. Contrante: Centro Nacional de Pesquisa de Florestas/EMBRAPA. 76p. 1994.
- SCHREINER, H.G. Viabilidade de um sistema silvipastoril em solos de areia quartzosa no Estado de São Paulo. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, v. 17. p. 33-38. 1988.
- SCOLFORO, J.R.S. Biometria Florestal 2, Técnicas de regressão aplicada para estimar: volume, biomassa, relação hipsométrica e múltiplos produtos de madeira. Lavras, UFLA/FAEPE/DCF, 292p., 1997.
- SERPE, Edson Luis. Efeitos de diferentes dosagens de adubação no crescimento inicial de *Eucalyptus benthamii* na região sul do estado do Paraná -- Irati, PR. Dissertação (mestrado) – UNICENTRO, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, área de concentração em Manejo Florestal. 82f. 2015.
- SILVA, F. de A. S. & AZEVEDO, C. A. V. de. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.
- SILVA, F. de A. S. e. & AZEVEDO, C. A. V. de. A New Version of the Assistat-Statistical Assistance Software. In: World Congress on Computers in Agriculture, 4, Orlando-FL-USA: Anais... Orlando: American Society of Agricultural and Biological Engineers, p.393-396. 2006.
- SILVA, F. de A. S. The ASSISTAT Software: statistical assistance. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 6, Cancun, Anais... Cancun: American Society of Agricultural Engineers, 1996. p. 294-298. 1996.
- SILVA, I. C. Sistemas agroflorestais: conceitos e métodos. 1 ed. – Itabuna: SBSAF. 308 p., 2013.
- SILVA, L.L.G.G.; RESENDE, A.S.; DIAS, P.F.; SOUTO, S.M. et al. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em sistema silvipastoril. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 28 p. (Embrapa Agrobiologia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 33). 2008b.
- SILVA, Luciana Duque. Melhoramento Genético de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage Visando a Produção de Madeira Serrada em Áreas de Ocorrência de Geadas Severas. Tese (doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. 2008.
- SNIF (SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES FLORESTAIS). As florestas plantadas. <http://www.florestal.gov.br/snif/recursos-florestais/asflorestas-plantadas>. Acesso em: 15 Out. 2016.

- SOUZA, A. N.; OLIVEIRA, A. D.; SCOLFORO, J. R. S.; REZENDE, J. L. P.; MELLO, J. M. Viabilidade econômica de um sistema agroflorestal. *Cerne*, Lavras, v. 13, n. 1, p. 96-106, 2007.
- SOUZA, K. K. F.; Efeito da adubação mineral no crescimento e produção de óleo essencial de espécies florestais no primeiro planalto paranaense, Pinhais-PR. Tese (doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 142 f., 2015.
- STAHL, J.; LAZZAROTTI, G.; NAMIKAMA, I. S.; CHAVES, D. MT.; MOREIRA, A. M.; MENDES, C. J.; PUCCI, J. A. Silvicultura de *Eucalyptus benthamii* na Klabin S/A. In: SILVA, L. D.; HIGA, A. R.; SANTOS, G. A. dos S. (Coor.). Silvicultura e melhoramento genético de *Eucalyptus benthamii*. Curitiba, PR: Fupref, Cap. 6. p. 105-121. 2012.
- STRASSBURG, B. B., LATAWIEC, A. E., BARIONI, L. G., NOBRE, C. A., PORFÍRIO-DA-SILVA, V., VALENTIM, J. F. & ASSAD, E. D. When enough should be enough: Improving the use of current agricultural lands could meet production demands and spare natural habitats in Brazil. *Global Environmental Change*, 28, 84-97, 2014.
- SUGAMOSTO, M. L. Uso de técnicas de geoprocessamento para elaboração do mapa de aptidão agrícola e avaliação da adequação de uso do centro de estações experimentais do Cangüiri, município de Pinhais - Paraná. 149f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Paraná. 2002.
- TRECENTI, R.; OLIVEIRA, M. C.; HASS, G. Integração Lavoura-Pecuária-Silvicultura. Brasília: MAPA, (Boletim Técnico). 54 p. 2008.
- UTIMA, A.Y. Crescimento e rendimento dos componentes agrícola e arbóreo de um sistema integrado de produção agropecuária no ano de implantação em uma área de proteção ambiental. Curitiba, 73p. Dissertação (Mestrado em Agronomia e Produção Vegetal) - Universidade Federal do Paraná, 2015.
- VENTURIN, R. P.; GUERRA, A. R.; MACEDO, R. L. G.; VENTURIN, N; MESQUITA, H. A. Sistemas agrossilvipastoris: origem, modalidades e modelos de implantação. In: Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 31, n. 257, p. 16-24. 2010.
- VIEIRA, M.; SCHUMACHER, M. V. Biomassa em povoamentos monoespecíficos e mistos de eucalipto e acácia-negra e do milho em sistema agrossilvicultural. *Cerne*, Lavras, v. 17, n. 2, p. 259-265, abr./jun. 2011.
- VILELA, L; MARTHA-JÚNIOR, G. B.; MARCHÃO, R. L. Integração lavoura-pecuária-floresta: alternativa para intensificação do uso da terra. *Revista UFG/Dezembro*, p. 92-99, 2012.
- VILLALBA, J. J.; MILLER, J.; HALL, J. O. et al. Preference for tanniferous (*Onobrychis vicifolia*) and non-tanniferous (*Astragalus cicer*) forage plants by sheep in response to challenge infection with *Haemonchus contortus*. *Small Ruminant Research* 112:199–207, 2013.
- VILLALBA, J. J.; MILLER, J.; UNGAR, E. D. et al. Ruminant self-medication against gastrointestinal nematodes: evidence, mechanism, and origins II. *Parasite*, <http://dx.doi.org/10.1051/parasite/2014032>, 2014.
- VITTI, A. M. S.; BRITO, J. O. Óleo essencial de eucalipto. Documentos Florestais Nº 17, ESALQ/USP. 2003.
- WEMELSFELDER, Françoise. Animal boredom: is a scientific study of the subjective experiences of animals possible?. In: *Advances in Animal Welfare Science* 1984. Springer Netherlands, p. 115-154. 1985.
- WESTOBY, M. An analysis of diet selection by large generalista herbivores. *Am Nat* 108:290–304. 1974.

APÊNDICE A – TABELAS DIVERSAS

TABELA 7 – TEMPERATURAS E PRECIPITAÇÃO OCORRENTES NA ÁREA EXPERIMENTAL, NO PERÍODO 2013-2016.

Temperatura Máxima Média (°C)												
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
2013										22,7	23,6	26,2
2014	28,7	28,1	25,2	22,6	20,7	20,1	19,2	22,1	22,3	25,4	24,5	26,6
2015	28,6	26,7	24,6	23,5	20,3	20,3	19,9	24,0	24,0	23,2	23,6	26,5
2016	26,0	27,4	25,9	27,3	19,6	17,3	20,7	20,6	22,1			
Temperatura Mínima Média (°C)												
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
2013										12,5	14,2	16,2
2014	17,4	17,3	16,1	14,5	11,8	11,1	9,5	9,2	12,5	13,4	14,8	16,1
2015	17,6	16,9	16,3	13,9	12,2	9,5	10,3	11,4	12,9	14,1	15,4	17,5
2016	16,8	18,1	16,5	15,8	11,2	7,0	8,3	8,9	9,9			
Temperatura Média (°C)												
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
2013										16,6	18,0	20,1
2014	21,8	21,6	19,7	17,5	15,3	14,8	13,5	15,0	16,4	18,0	18,5	20,1
2015	21,8	20,5	19,2	17,6	15,4	14,3	14,5	16,7	17,6	17,6	18,4	20,9
2016	20,4	21,5	20,1	20,3	14,6	11,2	13,7	14,0	14,9			
Temperatura Máxima Absoluta (°C)												
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
2013										29,5	31,1	32,0
2014	33,0	34,6	30,2	28,8	26,8	24,7	27,0	28,5	28,7	34,0	31,0	31,1
2015	33,8	30,9	28,3	28,7	26,3	25,7	25,9	30,5	33,9	32,0	32,3	31,1
2016	31,5	31,9	31,2	31,8	24,2	24,9	27,7	28,8	29,5			
Temperatura Mínima Absoluta (°C)												
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
2013										7,1	9,3	13,1
2014	14,6	13,6	11,9	9,9	8,6	1,3	2,4	3,9	8,7	9,6	9,1	11,5
2015	14,6	14,6	13,1	9,8	6,0	1,0	6,0	7,4	6,3	9,1	12,8	13,6
2016	1,6	15,1	13,2	2,4	2,2	-1,8	0,3	0,8	4,7			
Precipitação (mm)												
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
2013										101,6	105,6	103,8
2014	198,6	135,2	121,2	68,4	88,0	164,8	34,4	69,8	178,0	72,6	124,0	220,6
2015	117,4	221,0	191,0	60,8	93,8	56,6	175,6	24,4	189,4	157,4	173,2	200,4
2016	164,2	319,6	92,2	68,4	140,8	111,0	96,4	170,6	116,6			

FONTE: SIMEPAR (2016)

TABELA 8 – DADOS DA PROFUNDIDADE DO HORIZONTE A E ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO (0 – 20 CM) DA ÁREA DO EXPERIMENTO NA FAZENDA UFPR, PINHAIS, 2013.

Trata- mento	Hori- zonte A	pH		Al ⁺³	H ⁺ Al ⁺³	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺³	SB	T	P	C	V	M	Ca/mg
	(cm)	CaCl ₂	SMP	Cmol _c /dm ³						Mg/dm ³		g/dm ³	%	%	
PF-BI 1	95,00	5,47	6,00	0,00	5,00	6,20	3,63	0,22	10,05	15,05	2,73	29,27	66,67	0,00	1,70
PF-BI 2	100,00	5,47	5,83	0,00	5,67	6,63	3,87	0,15	10,65	16,32	2,27	20,57	65,00	0,00	1,71
PF-BI 3	35,00	5,90	6,37	0,00	3,83	4,80	3,13	0,08	8,01	11,84	1,17	13,03	67,33	0,00	1,53
LPF-BI 1	88,33	5,60	6,03	0,03	4,93	6,47	3,70	0,23	10,40	15,33	3,00	33,50	68,00	0,33	1,75
LPF-BI 2	82,67	5,50	5,90	0,00	5,40	6,57	3,80	0,23	10,60	16,00	3,07	71,03	66,67	0,00	1,72
LPF BI 3	53,33	5,73	6,20	0,00	4,37	5,63	3,17	0,07	8,87	13,24	4,23	20,60	67,00	0,00	1,78
LF-BI 1	81,67	4,97	5,77	0,17	6,00	5,03	2,87	0,10	8,00	14,00	2,83	29,70	64,33	0,00	1,71
LF-BI 2	75,00	5,53	5,97	0,17	5,73	6,20	3,60	0,17	9,97	15,70	2,60	27,77	63,67	1,67	1,73
LF-BI 3	50,00	5,60	6,10	0,00	4,60	5,60	3,70	0,15	9,45	14,05	2,30	27,40	67,00	0,00	1,51
FM-BI 1	97,50	5,65	6,25	0,00	4,20	5,30	3,50	0,12	8,92	13,12	0,50	21,80	68,00	0,00	1,52
FM-BI 2	75,67	5,57	5,93	0,00	5,87	6,37	3,73	0,18	10,28	16,14	2,83	29,70	64,33	0,00	1,71
FM-BI 3	91,67	5,50	5,90	0,00	5,50	6,20	4,00	0,06	10,26	15,76	1,23	22,57	65,33	0,00	1,58

PF=Pecuária-Floresta; LPF= Lavoura-Pecuária-Floresta; LF= Lavoura-Floresta; FM= Floresta-Maciço; BI= Bloco.

FONTE: O Autor (2017).

APÊNDICE B – FOTOS EXPERIMENTO



Figura 1. Imagens do plantio *E. benthamii* Fazenda Experimental Canguiri da UFPR, Pinhais-PR, outubro de 2013. A: linha de plantio acompanhando curva de nível do terreno; B: preparo da cova com solução hidrogel; C: muda após o transplante; D: aspecto geral da operação de plantio. FONTE: O Autor (2017).



Figura 2. Imagens do aspecto tratamentos em abril de 2014. A: tratamento LF- Lavoura e Floresta; B: tratamento LPF- Lavoura Pecuária e Floresta; C: tratamento PF- Pecuária e Floresta; D: tratamento FM - Floresta Maciço. Fazenda Experimental Canguiri da UFPR, Pinhais-PR.
FONTE: O Autor (2017).



Figura 3. Imagem do aspecto geral do experimento com 01 ano de implantação (outubro de 2014). Fazenda Experimental Canguiri da UFPR, Pinhais-PR.
FONTE: O Autor (2017).



Figura 4. Imagens medições 01 ano (outubro de 2014). A: vista geral trabalho de medição; B: medição altura total das árvores com auxílio de mira topográfica; C: B: medição altura do peito – DAP das árvores com auxílio de paquímetro digital. Fazenda Experimental Canguiri da UFPR, Pinhais-PR.
FONTE: O Autor (2017).



Figura 5. Imagens 1ª desrama (julho de 2015). A: detalhe da execução desrama com serrote de poda; B: aspecto geral das árvores após 1ª desrama; Fazenda Experimental Canguiri da UFPR, Pinhais-PR.

FONTE: O Autor (2017).



Figura 6. Imagens 2ª desrama (julho de 2016). A: desrama tratamento LPF- Lavoura Pecuária e Floresta; B: desrama tratamento LF- Lavoura e Floresta. Fazenda Experimental Canguiri da UFPR, Pinhais-PR.

FONTE: O Autor (2017).



Figura 7. Imagens ingresso bovinos experimento (outubro de 2015). A: tratamento LPF- Lavoura Pecuária e Floresta; B: desrama tratamento PF- Pecuária e Floresta. Fazenda Experimental Canguiri da UFPR, Pinhais-PR.
 FONTE: O Autor (2017).



Figura 8. Imagens do aspecto tratamentos em novembro de 2016. A: tratamento PF- Pecuária e Floresta; B: tratamento LPF- Lavoura Pecuária e Floresta (fase lavoura e floresta); C: tratamento LF- Lavoura e Floresta; D: tratamento FM- Floresta Maciço. Fazenda Experimental Canguiri da UFPR, Pinhais-PR.
 FONTE: O Autor (2017).



Figura 9. Imagens danos dos bovinos nas árvores no tratamento PF (silvipastoril) durante a primavera/verão 2015/2016 A: dano Tq = quebra da haste principal ou tronco em árvore com DAP menor que 6 cm; B: dano TI = lesão do tronco alcançando o lenho pela retirada do tecido cambial; C: dano DI = lesão maior do que 5 cm de diâmetro; D: dano Gq = quebra de galhos/ramos secundários; E: dano CI = lesão de casca, sem alcançar o câmbio; F: dano Rq = quebra de ramos finos e forrageamento de folhas, ou ramoneio. Fazenda Experimental Canguiri da UFPR, Pinhais-PR.
 FONTE: O Autor (2017).